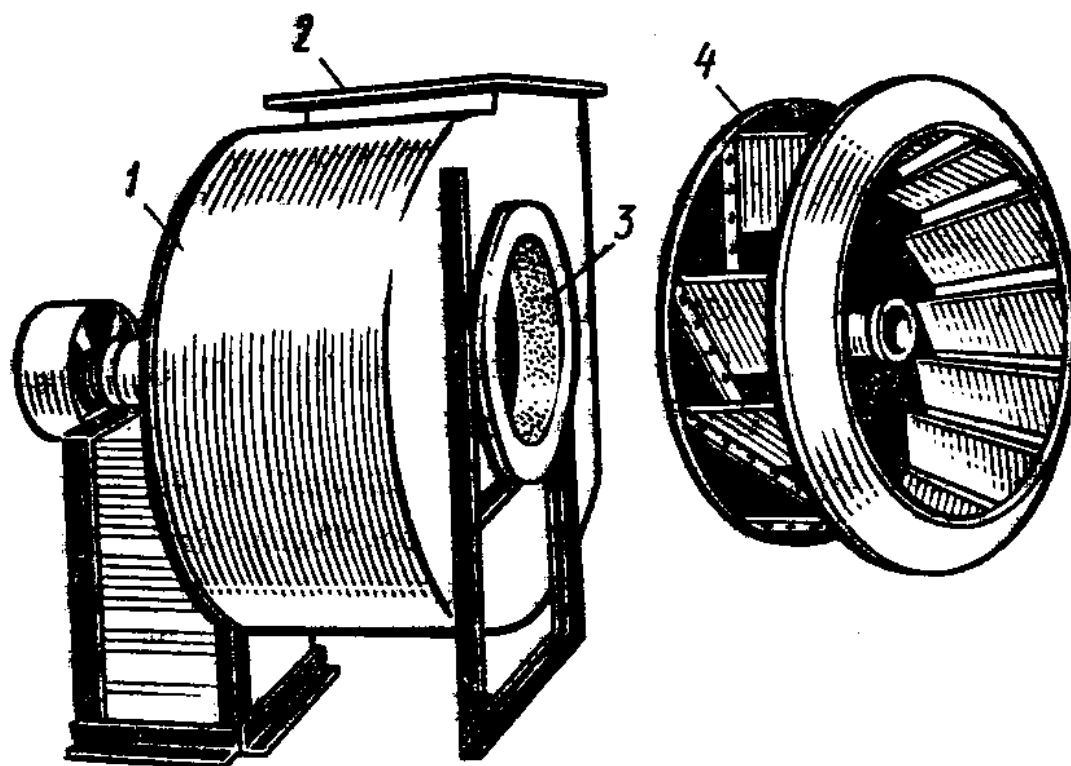


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

(Конспект лекций для студентов дневной и заочной форм обучения
и экстернов специальности 8.092601 “Водоснабжение,
водоотведение и очистка вод”)



Харьков – ХНАГХ – 2004

Теплогазоснабжение и вентиляция (Конспект лекций для студентов дневной и заочной форм обучения, экстернов специальности 8.092601 “Водоснабжение, водоотведение и очистка вод”). Сост. Н.Ю. Колесник. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 76 с.

Составитель: Н.Ю. Колесник

Рецензент: к.т.н., доц. А.В. Ромашко

Рекомендовано кафедрой водоснабжения, водоотведения и очистки вод, протокол №14 от 28.11.2003 г.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий конспект лекций написан в соответствии с учебной программой курса “Теплогазоснабжение и вентиляция” и учебным планом для студентов специальности “Водоснабжение, водоотведение и очистка вод”, а также студентов заочной формы обучения и экстернов строительных и экономических специальностей.

В конспекте содержатся разделы по теплогазоснабжению и вентиляции, а также контрольные вопросы по системам теплогазоснабжения и вентиляции зданий.

Лекция 1

Микроклимат в помещениях и инженерные системы, обеспечивающие микроклимат в помещениях

1. Определение микроклимата. Его параметры. Условия комфортности.
2. Системы инженерного оборудования зданий для создания и обеспечения микроклимата помещений.

1. Микроклимат

Микроклиматом помещения называется совокупность теплового, воздушного, влажностного режимов помещений в их взаимосвязи. Тепловой режим определяется с помощью двух параметров: температуры внутреннего воздуха помещений и радиационной температурой, представляющую собой осредненную температуру ограждающих конструкций. Воздушный режим помещений определяется подвижностью воздуха, т.е. скоростью перемещений в помещении воздушных масс. Влажностный режим помещений определяется относительной влажностью помещений. Сочетание этих параметров, при которых отсутствуют напряжения в системе терморегуляции человека, называется комфортным или оптимальным. В результате протекания в организме человека процесса обмена веществ освобождается энергия в виде теплоты. Эта теплота путем конвекции (т.е. путем переноса теплоты при перемещении и перемешивании частиц газа или жидкости), теплопроводности (т.е. процесса переноса теплоты при непосредственном контакте и соударении частиц вещества), а также излучения и испарения должна быть передана окружающей среде, так как организм человека стремится к сохранению постоянной и равной $36,6^{\circ}\text{C}$ температуры тела. Поддержание постоянной температуры организма обеспечивает физиологическая система терморегуляции. Для нормальной жизнедеятельности человека должен быть тепловой баланс между количеством теплоты, вырабатываемой организмом человека, и теплотой, отдаваемой в окружающую среду. Интенсивность теплоотдачи организмом человека зависит от параметров микроклимата помещения. Если один из показателей превышает нормы, то в системе терморегуляции человека возникли напряжения, а условия называются дискомфортными. Зона помещения, в которой человек находится большую часть рабочего времени, называется рабочей зоной или зоной обслуживания, так как в этой зоне поддерживаются требуемые параметры микроклимата помещения.

Тепловой режим в помещении принято характеризовать двумя условиями комфортности. Первое условие комфортности тепловой обстановки помещения определяет область соотношений параметров внутреннего воздуха t_v и радиационной температуры t_R в рабочей зоне помещения, при котором человек, находящийся в центре рабочей зоны, не испытывает ни переохлаждения, ни перегрева.

Второе условие комфортности определяет допустимые температуры нагретого или охлажденного оборудования, при которой находящийся возле него человек не испытывает переохлаждения или перегрева.

Основные нормативные требования к микроклимату помещений содержатся в санитарных нормах СН 245-71, строительных нормах и правилах СНиП 2.04.05-86 и ГОСТ 12.1.005-88.

При определении расчетных метеорологических условий в помещении учитываются способность человеческого организма к акклиматизации в разное время года, интенсивность выполняемой работы и характер тепловыделений в помещении.

Расчетные параметры воздуха нормируются в зависимости от периода года. Различают три периода года: теплый, холодный и переходный. Холодный период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха t_n ниже $+8^{\circ}\text{C}$, теплый – при t_n выше $+8^{\circ}\text{C}$, переходный - $t_n = +8^{\circ}\text{C}$. По интенсивности труда все виды работ делятся на три категории в зависимости затрат энергии: легкие (до 172 Вт), средней тяжести (172-193 Вт) и тяжелые (более 293 Вт).

В жилых, общественных, административно-бытовых помещениях оптимальные параметры воздуха принимают по приложению 5. Оптимальную температуру воздуха в холодный и переходный период года принимают $20-22^{\circ}\text{C}$, в теплый – $23-25^{\circ}\text{C}$. Относительную влажность воздуха принимают для теплого периода – 30-60% и 30-40% для остальных периодов. Оптимальную скорость движения воздуха в обслуживаемой зоне помещения принимают не более 0,2 м/с для холодного и переходного периодов и не более 0,3 м/с для теплого.

2. Системы инженерного оборудования зданий для создания и обеспечения микроклимата помещений

Требуемый микроклимат в помещении создается следующими системами инженерного оборудования зданий: отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Система отопления - это комплекс инженерных устройств, предназначенный для получения (выработки) теплоты, её переноса с помощью теплоносителя по теплопроводам и передачи её от теплоносителя к окружающему внутреннему воздуху помещения через стенки нагревательных приборов. Система отопления предназначена для поддержания в холодный период года требуемой температуры воздуха в помещении, т.е. для обеспечения теплового режима здания. Система отопления состоит из теплогенератора, служащего для получения теплоты и передачи её теплоносителю, системы теплопроводов для транспортировки по ним теплоносителя от теплогенератора отопительным приборам и отопительных приборов, передающих теплоту от теплоносителя воздуху и ограждающим конструкциям помещения.

Система вентиляции - это комплекс инженерных устройств и конструктивных элементов, предназначенных для удаления из помещения загрязнённого воздуха и подачу в помещение чистого воздуха. При этом расчетная температура внутреннего воздуха не должна изменяться. Система вентиляции состоит из устройств для нагревания, увлажнения и осушения приточного воздуха.

Система кондиционирования воздуха служит для создания и поддержания на определенном уровне улучшенных параметров микроклимата помещения, т.е. заданных параметров воздуха: температуры, влажности и чистоты при допустимой скорости движения воздуха в помещении независимо от изменяющихся наружных метеорологических условий и переменных во времени вредных выделений в помещении. Она состоит из устройств термовлажностной обработки воздуха, очистки его от пыли, биологических загрязнений и запахов, перемещения и распределения воздуха в помещении, автоматического управления оборудованием и аппаратурой.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под первым и вторым условиями комфортности?
2. Какими параметрами характеризуется микроклимат помещения?
3. Какие инженерные системы служат для создания микроклимата помещений?
4. Какие задачи решаются этими инженерными системами?

Лекция 2

Общие сведения о системах отопления. Техничко-экономическое сравнение основных систем отопления. Область применения

1. Требования, предъявляемые к системам отопления.
2. Классификация систем отопления.
3. Теплоносители, применяемые в системах отопления.

Требования, предъявляемые к системам отопления

Гигиенические исследования микроклимата помещений и влияния изменения его отдельных параметров на организм человека позволили выработать основные требования, предъявляемые к системам отопления:

1. Санитарно-гигиенические - заключаются в обеспечении соответствующей СНиПу температуры внутреннего воздуха во всех точках помещения, а также радиационных температур и температур на поверхности отопительных приборов.
2. Строительные - заключаются в соответствии системы отопления с архитектурно-планировочным решением здания, увязка размеров и размещения системы отопления со строительными конструкциями и другими коммуникациями.
3. Монтажные - заключаются в обеспечении монтажа системы промышленными методами, монтаж системы должен вестись из унифицированных деталей заводского изготовления при минимальном количестве типоразмеров.
4. Эксплуатационные - заключаются в простоте и удобстве обслуживания системы отопления с минимальным количеством ремонтов, надежности, безопасности и бесшумности действия.

5. Экономические - заключаются в обеспечении минимума затрат как при монтаже системы, так и при ее эксплуатации, на изготовление системы отопления должно расходоваться минимальное количество материала.
6. Эстетические - заключаются в соответствии внешнего облика отопительных приборов интерьеру помещения, а занимаемая ими площадь должна быть минимальной.

2. Классификация систем отопления

Все системы отопления классифицируются по следующим признакам:

1. По взаимному расположению основных элементов системы отопления подразделяются на центральные и местные. Центральные системы отопления предназначены для отопления нескольких помещений из одного теплового пункта, где находится теплогенератор (котельная, ТЭЦ). В таких системах теплота вырабатывается в теплоэлектрогенераторе, который располагается за пределами обслуживаемого помещения и транспортируется по теплопроводу с помощью теплоносителя к отопительным приборам, которые расположены внутри помещения, а теплоноситель возвращается в тепловую точку. Примером центральной системы отопления может служить система водяного отопления зданий с подачей теплоносителя от ТЭЦ.

Местные системы отопления, в которых все три элемента расположены в обслуживаемом системой отопления помещении и конструктивно объединены в одном устройстве. Такой системой является отопительная печь, в которой теплогенератор представляет собой топливник, теплопроводами являются газопроводы (дымоходы), а отопительными приборами - стенки печи.

2. По виду теплоносителя, циркулирующего в системе системы отопления подразделяются на водяные, паровые, комбинированные и воздушные.

3. По способу перемещения теплоносителя они бывают с естественной циркуляцией или гравитационные за счет разности плотностей нагретого и холодного теплоносителя и системы с искусственной циркуляцией, где движение теплоносителя осуществляется под напором, созданным насосом.

4. По параметрам теплоносителя водяные системы подразделяются на высокотемпературные с температурой воды, нагретой свыше 100 °С, и низкотемпературные - с температурой нагрева воды до 100 °С. Паровые системы бывают: высокого, низкого давления и вакуум-паровые.

3. Теплоносителем для системы отопления может быть любая среда, обладающая хорошей способностью аккумулировать тепловую энергию и изменять теплотехнические свойства, подвижная, дешевая, не ухудшающая санитарные условия в помещениях, позволяющая регулировать отпуск теплоты, в том числе автоматически.

Наиболее широко в системах отопления используют воду, водяной пар и воздух, поскольку эти теплоносители в наибольшей степени отвечают перечисленным требованиям.

Рассмотрим основные физические свойства каждого из теплоносителей, которые оказывают влияние на конструкцию и действие системы отопления (см. табл. 1).

Таблица 1 - Параметры основных теплоносителей систем отопления

Параметры	Теплоносители		
	вода	пар	воздух
Температура, разность температур, °С	150 - 70	150	70 - 40
Плотность, кг/м ³	950	2,547	1
Удельная теплоемкость, кДж/(кг· К)	4,187	2120*	1
Скорость движения, м/с	0,3 - 2	40 – 80	5-20
Соотношение сечения труб	1	1,5	550

* Скрытая теплота фазового превращения, кДж/кг.

Из анализа табл. 1 можно сделать следующие выводы о свойствах теплоносителей, применяемых в системах отопления:

1. Свойства воды: высокая теплоемкость и большая плотность, несжимаемость, расширение при нагревании с уменьшением плотности, повышение температуры кипения при увеличении давления, выделение абсорбированных газов при повышении температуры и снижении давления.
2. Свойства пара: малая плотность, высокая подвижность, высокая энтальпия за счет скрытой теплоты фазового превращения, повышение температуры и плотности с возрастанием давления.
3. Свойства воздуха: низкая теплоемкость и плотность, высокая подвижность, уменьшение плотности при нагревании.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляют к системам отопления?
2. По каким признакам разделяются системы отопления?
3. Охарактеризуйте кратко центральные и местные системы отопления.
4. Какие теплоносители используют для систем отопления?
5. Когда применяются водяные системы отопления? В чём заключаются преимущества и недостатки этих систем?
6. В каких случаях и для каких зданий следует применять системы воздушного отопления?
7. В каких случаях применяют системы парового отопления и почему?

Лекция 3

Технико-экономическое сравнение основных систем отопления.

Основные элементы и принцип работы водяной системы отопления

1. Одним из важнейших технико-экономических показателей систем отопления является масса металла, расходуемого на изготовление основных элементов при том или ином теплоносителе, существенно влияющая на капитальные и эксплуатационные затраты в системе отопления. В свою очередь, масса

металла, расходуемого на изготовление отопительных приборов, теплообменников и теплопроводов, зависит от вида используемого теплоносителя. Так, на отопительные приборы и теплообменники водяных систем отопления расходуется больше металла, чем на калориферы – теплообменники воздушных систем. Однако за счет низкой удельной теплоёмкости и плотности воздуха по сравнению с водой (см. табл. 1) расход металла на воздухопроводы в несколько раз превышает расход металла на трубы в водяных системах отопления, несмотря на то, что воздухопроводы изготавливают из тонколистовой стали.

Использование паровых систем отопления позволяет уменьшить расход металла на отопительные приборы по сравнению с водяными системами, что объясняется большой величиной фазового превращения (2120 кДж/кг), а следовательно, и более высоким коэффициентом теплоотдачи от пара к внутренней поверхности отопительного прибора, чем от воды к стенке, а также большей разностью температур (см. табл. 1) в отопительном приборе паровой системы (150-20) °С, чем водяной [(150+70)0,5-20] °С.

По санитарно-гигиеническим требованиям в помещениях необходимо поддерживать определённую температуру, величина которой зависит от назначения помещения, без значительных колебаний и независимо от температуры наружного воздуха. Выполнение этого требования наилучшим образом обеспечивается воздушными системами отопления, так как воздух является малотеплоёмким теплоносителем. Вследствие большой теплоёмкости водоводяные отопительные приборы обладают тепловой инерцией, что может вызвать некоторое изменение температуры помещения.

В водяных системах средняя температура поверхности отопительных приборов не превышает 80 °С, когда начинаются интенсивное разложение и сухая возгонка органической пыли. В паровых системах температура поверхности отопительных приборов в большинстве случаев превышает гигиенический предел вследствие высокой температуры пара.

Приведем сравнительные достоинства и недостатки различных систем отопления.

Водяная система отопления.

Преимущества:

- долговечность;
- надежность;
- обеспечение верхнего предела температуры на наружной поверхности отопительных приборов до 80°С, что исключает возможность пригорания пыли на поверхности отопительных приборов;
- обеспечение равномерности температуры помещения;
- возможность качественного регулирования теплоотдачи прибора путём изменения температуры воды при изменении температуры наружного воздуха, поскольку вода быстро изменяет свои теплотехнические свойства и обладает большой подвижностью;
- бесшумность работы системы.

Недостатки:

- опасность замерзания воды в системе при ее отключении в зимнее время в приборах и трубопроводах, находящихся в охлаждаемых помещениях;

- большое гидростатическое давление в системе, обусловленное большой высотой системы и её массивностью;
- большая массивность, а следовательно, большая инерционность ведет к медленному прогреву помещения в начальный период действия системы отопления.

Паровая система отопления

Преимущества:

- высокая теплоотдача отопительных приборов;
- сокращается площадь поверхности нагрева приборов и соответственно уменьшается расход металла на их изготовление;
- поскольку система имеет малую массивность и инерционность, то происходит быстрый нагрев помещений в начальный период работы системы;
- возможность перемещения пара без применения дополнительных технических устройств на большие расстояния.

Недостатки:

- высокая температура на поверхности труб и отопительных приборов (свыше 100 °С) приводит не только к пригоранию пыли на их поверхности, но и к её разложению, что вызывает ухудшение санитарно-гигиенических условий помещения;
- невозможность качественного регулирования теплоотдачи прибора, так как довольно трудно изменить температуры пара в зависимости от изменения наружной температуры;
- паровые системы относятся к установкам высокого давления, поэтому они сложные в эксплуатации;
- большая опасность высокотемпературной коррозии;
- удары и шумы при попутной конденсации пара.

Воздушная система отопления

Преимущества:

- возможность совмещения с системой вентиляции;
- незначительный расход металла, так как отсутствуют отопительные приборы в помещениях;
- малая тепловая инерционность дает возможность быстрого прогрева помещения;
- возможность качественного регулирования теплоотдачи.

Недостатки:

- малая теплоаккумулирующая способность приводит к быстрому охлаждению помещений при отключении системы;
- бесполезные потери теплоты при прохождении воздухопровода через неотапливаемые помещения здания.

2. Основные элементы и принцип работы водяной системы отопления рассмотрим на примере двухтрубной системы водяного отопления с верхней разводкой и естественной циркуляцией (рис. 1).

Нагретая в теплогенераторе (котле) К вода поступает через главный стояк 1 в подающие магистрали (соединительные трубопроводы между главным стоя-

ком и подающими стояками) 2, а затем в подающие стояки 4 (соединительные трубы между подающими магистралями и подающими подводками). Затем горячая вода поступает через подающие подводки 6, представляющие собой соединительные трубопроводы между стояками и отопительными приборами, в отопительные приборы 10, через стенки которых происходит процесс теплопередачи от горячего теплоносителя (воды) к внутреннему воздуху помещения. В результате вода в приборах охлаждается и по отводящим (обратным) подводкам 14 поступает в обратные стояки 11, присоединённые к обратным магистралям, по которым подается в котел и вновь нагревается. Далее циркуляция происходит по замкнутому циркуляционному кольцу К-1-2-9-13-10-14-15-К.

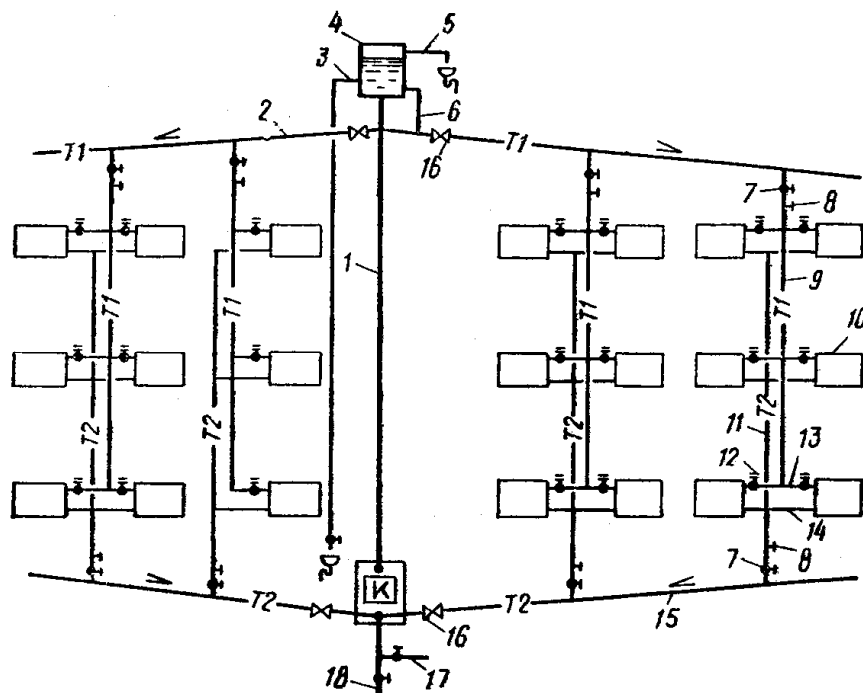


Рис. 1 - Схема двухтрубной системы водяного отопления с верхней разводкой и естественной циркуляцией:

К-котел (теплогенератор); 1-главный стояк; 2-подающие магистрали; 3-сигнальный трубопровод; 4-расширительный бак; 5-переливная труба; 6-циркуляционный трубопровод; 7-вентили или краны на стояках; 8-тройники с пробкой, верхние для выпуска воздуха, нижние - для спуска воды; 9-подающие стояки; 10-отопительные приборы; 11-обратные стояки; 12-регулирующие краны на подводках к отопительным приборам; 13-подающие подводки; 14-обратные подводки; 15-обратные магистрали; 16-запорные вентили на магистралях; 17-трубопровод для заполнения системы водой; 18-трубопровод для выпуска воды из системы; 19-соединительный (расширительный) трубопровод.

Поскольку система отопления является гидравлически замкнутой, она имеет постоянную вместимость трубопроводов, приборов, арматуры, т.е. постоянный объем заполняющей её воды. При нагревании вода расширяется, её объем увеличивается и в системе повышается гидростатическое давление, а поскольку система обладает значительной высотой, оно может превысить предел механической прочности труб (60 м) и произойдет разрыв трубопровода. Для предотвращения этого явления прирост объема воды вмещает расширительный

бак 4, в который вода поступает по расширительному трубопроводу 19. Расширительный бак предназначен также для удаления через него воздуха в атмосферу как при заполнении системы водой, так и в период её эксплуатации (в случае открытого расширительного бака). Он представляет собой металлическую ёмкость цилиндрической формы со съёмной крышкой и патрубками для присоединения следующих трубопроводов: переливного трубопровода 5 для сброса избыточного количества воды при переполнении расширительного бака в канализационную сеть, циркуляционного трубопровода 6, который служит для предотвращения замерзания воды в расширительном баке и в соединительном (расширительном) трубопроводе 19, а также сигнального трубопровода 3, который служит для контроля заполнения системы водой.

Заполнение системы перед пуском в действие производится холодной водой из водопровода 17. Затем вода поступает по обратным магистралям 15, обратным стоякам 11, подающим магистралям 2 в расширительный бак 4. О заполнении системы судят по сигнальному трубопроводу 3. При заполнении системы кран на сигнальном трубопроводе открыт. Как только через кран на сигнальном трубопроводе начинает поступать вода в раковину, находящуюся в котельной, кран закрывают и прекращают заполнение системы водой.

При недостаточном прогреве приборов вследствие засорения трубопровода или арматуры, а также в случае появления утечки вода из отдельных стояков может быть спущена без опорожнения и прекращения работы других участков системы. Для этого закрывают вентили или краны 7 на стояках. Из тройника 8, установленного в нижней части стояка, выворачивают пробку и к штуцеру тройника присоединяют гибкий шланг, по которому вода из теплопровода и приборов стекает в канализацию. Чтобы вода быстрее стекала, из верхнего тройника 8 выворачивают пробку.

Полное опорожнение системы происходит после окончания отопительного периода через трубопровод 18. Для отключения магистральных трубопроводов в случае ремонта служат вентили 16.

Для регулирования теплоотдачи отопительных приборов на подающих подводках устанавливают краны двойной регулировки 12.

Контрольные вопросы

1. Когда применяют водяные системы отопления? В чём заключаются преимущества и недостатки этих систем?
2. В каких случаях и для каких зданий следует применять системы воздушного отопления?
3. В каких случаях применяют системы парового отопления и почему?
4. Вычертите схему системы водяного отопления с верхней разводкой и естественной циркуляцией, поясните принцип её действия.

Лекция 4

Классификация систем водяного отопления

Системы отопления классифицируют по следующим основным признакам:

- 1) по способу создания циркуляции:

- с естественной циркуляцией, в которой движение воды происходит за счет разности плотностей нагретой воды, поступающей в систему отопления и охлажденной воды после отопительных приборов (см. рис. 1-4);

- искусственные, где движение воды в циркуляционном контуре происходит под действием напора, создаваемого насосом (см. рис. 5,6);

2) по схеме присоединения отопительных приборов в стояк или ветвь системы водяного отопления подразделяются на:

- двухтрубные, в которых горячая вода поступает в приборы по одним (подающим) стоякам, а охлажденная вода отводится по другим (обратным) стоякам, т.е. отопительные приборы по ходу движения теплоносителя подключены по параллельной схеме (см. рис. 1,2,5,6);

- однотрубные (см. рис. 3,4), в которых горячая вода поступает в приборы и охлажденная вода из них отводится по одному стояку, т.е. отопительные приборы подключены по теплоносителю по последовательной схеме;

3) по месту расположения подающих и обратных магистралей они бывают:

- системы с верхним расположением подающих магистралей (верхней разводкой, см. рис. 1, 3-5, левая часть, 6), в которых подающие магистрали располагаются на чердаках зданий, технических этажах или при их отсутствии под потолком верхнего этажа, а обратные магистрали - в подвалах, технических подпольях или в каналах под полом 1-го этажа ;

- системы с нижним расположением обеих магистралей (нижней разводкой, см. рис. 2, 5, правая часть, 6), в которых и подающая, и обратная магистрали располагаются в подвалах, технических подпольях или в каналах под полом 1-го этажа;

4) по направлению объединения отопительных приборов как двухтрубные, так и однотрубные системы могут быть:

- вертикальные (см. рис. 1-3,5,6), в которых приборы, расположенные на разных этажах, последовательно присоединяются к общему вертикальному теплопроводу-стояку;

- горизонтальные (см. рис. 4), в которых отопительные приборы одного этажа присоединяются к общей горизонтальной ветви;

5) по направлению движения воды в магистральных:

- тупиковые (см. рис. 1-5), в которых вода в подающей и обратной магистральных движется в разных направлениях;

- с попутным движением воды (см. рис. 6), в которых направление потоков движения воды в подающей и обратной магистральных совпадают.

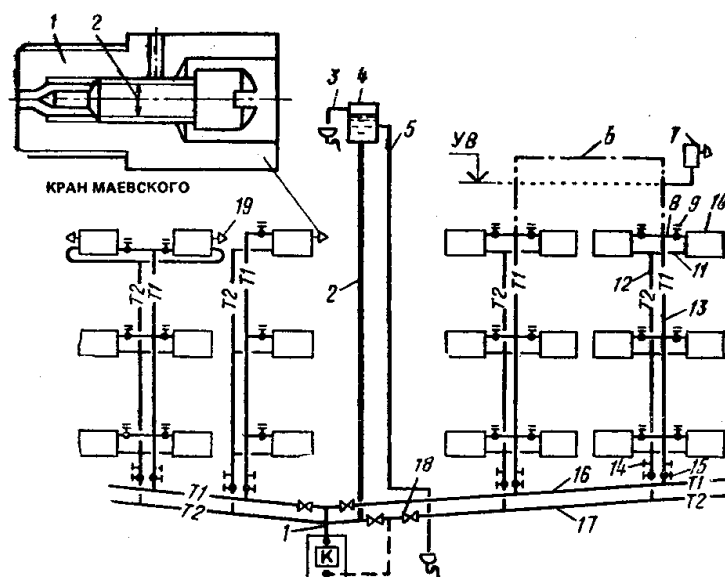


Рис. 2 - Схема двухтрубной системы водяного отопления с нижней разводкой и естественной циркуляцией:

К-котел; 1-главный стояк; 2,3,5-соединительный, переливной и сигнальный трубопроводы расширительного бака; 4-расширительный бак; 6-воздушная линия; 7-воздухосборник; 8-подающие подводки; 9-регулирующие краны у отопительных приборов; 10-отопительные приборы; 11-обратные подводки; 12-обратные стояки; 13-подающие стояки; 14-тройники с пробкой для спуска воды; 15-краны или вентили на стояках; 16,17-подающая и обратная магистрали; 18-запорные вентили или задвижки на магистралях для регулирования и отключения отдельных веток; 19-воздушные краны (Маевского).

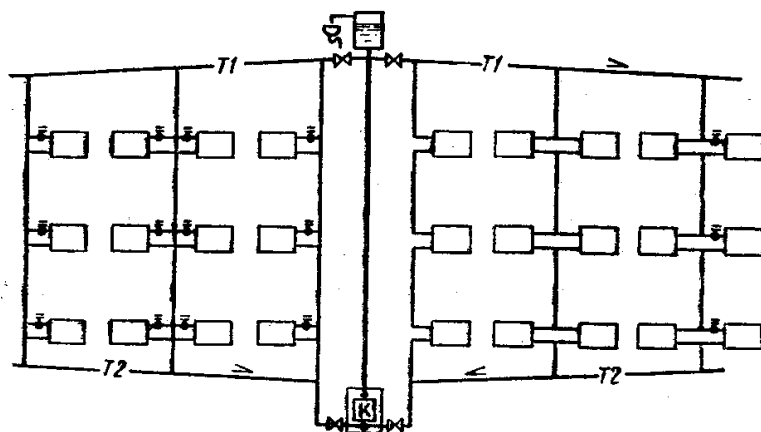


Рис. 3 - Схема однотрубной системы водяного отопления с верхней разводкой и естественной циркуляцией

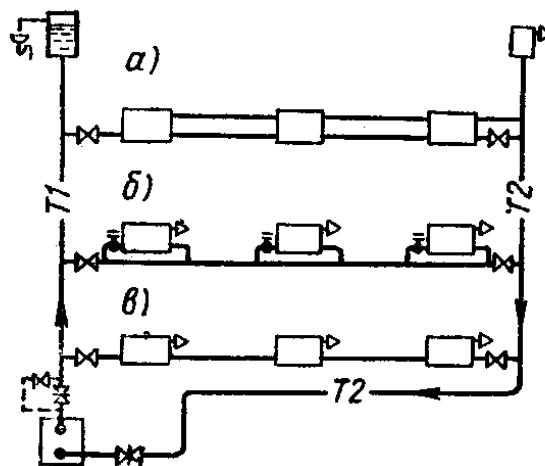


Рис. 4 - Схема однотрубных горизонтальных систем водяного отопления:
а, в - проточная; б – с замыкающими участками

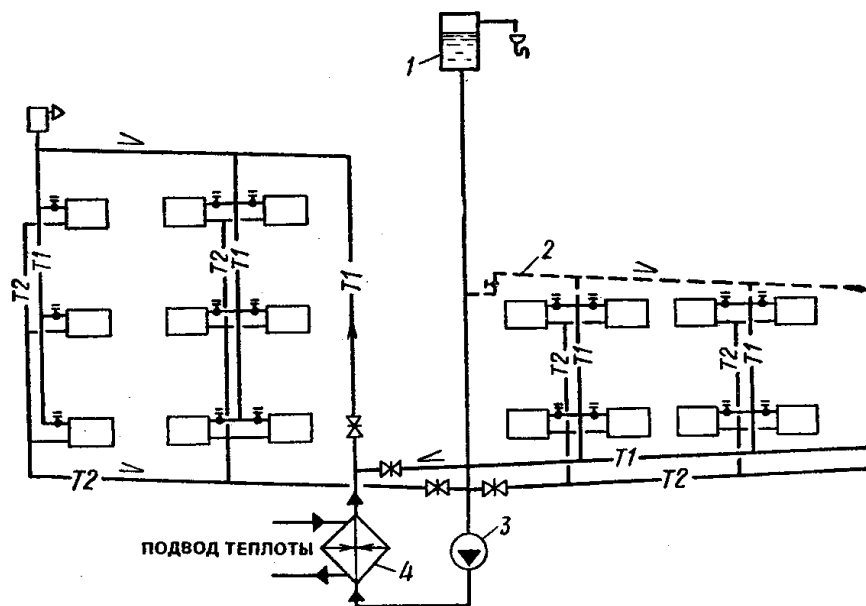


Рис. 5 - Схема системы водяного отопления с искусственной циркуляцией:
1- расширительный бак; 2 – воздушная сеть; 3 - циркуляционный насос; 4 - теплообменник

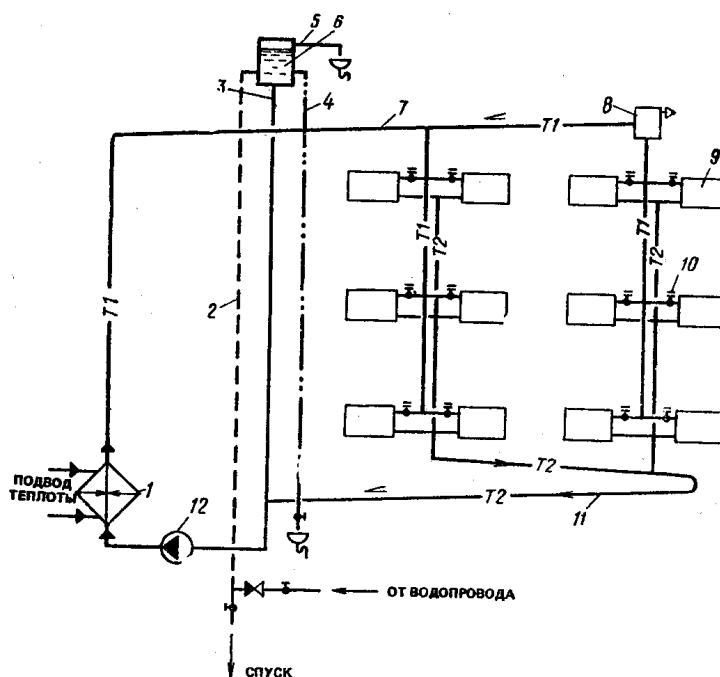


Рис. 6 - Схема двухтрубной системы водяного отопления с верхней разводкой и попутным движением воды в подающей и обратной магистралях и искусственной циркуляцией:

1-теплообменник; 2,3,4,5-циркуляционная, соединительная, сигнальная и переливная трубы расширительного бака; 6-расширительный бак; 7-подающая магистраль; 8-воздухосборник; 9-отопительный прибор; 10-кран двойной регулировки; 11-обратный теплопровод; 12-насос

Контрольные вопросы

1. Как классифицируют системы отопления по способу создания циркуляции?
2. Как классифицируют системы отопления по схеме присоединения отопительных приборов в стояк или ветвь?
3. Как классифицируют системы отопления по месту расположения подающих и обратных магистралей?
4. Как классифицируют системы отопления по направлению объединения отопительных приборов?
5. Как классифицируют системы отопления по направлению движения воды в магистралях?

Лекция 5

Область применения и технико-экономические показатели различных систем водяного отопления

Вертикальные двухтрубные системы с верхним расположением подающей магистрали (см. рис. 1) применяют при естественной циркуляции в зданиях с числом этажей до трёх. Эти системы по сравнению с системами при нижнем расположении подающей магистрали (см. рис. 2) имеют большее естественное циркуляционное давление, в них проще воздухоудаление из системы через расширительный бак, присоединённый к верхней части главного стояка, где

выделяется наибольшее количество растворённого в воде воздуха, а также выше теплоотдача отопительных приборов.

Двухтрубная вертикальная система с нижним расположением обеих магистралей и естественной циркуляцией воды перед системой с верхним расположением подающей магистрали имеет следующие преимущества: меньше теплотери за счет отсутствия теплопроводов на чердаке; монтаж и пуск системы могут проводиться поэтажно по мере возведения здания; удобнее эксплуатация системы, так как вентили и краны на подающем и обратном стояках находятся внизу и в одном месте. Двухтрубные вертикальные системы с нижней прокладкой обеих магистралей применяют в малоэтажных зданиях с кранами двойной регулировки (монтажной и эксплуатационной), что объясняется большой гидравлической и тепловой надёжностью этих систем по сравнению с двухтрубными системами с верхним расположением подающей магистрали.

Основное преимущество двухтрубных систем независимо от способа циркуляции теплоносителя – поступление воды с наивысшей температурой к каждому отопительному прибору, что обеспечивает максимальную разность температур $t_r - t_o$ и, следовательно, минимальную площадь поверхности приборов. Однако в двухтрубной системе, особенно с верхней прокладкой подающей магистрали имеет место значительный расход труб и фасонных частей, усложняется монтаж.

По сравнению с двухтрубными системами отопления вертикальные однотрубные системы с замыкающими участками (см. рис. 3, левая часть) имеют ряд преимуществ: меньшая первоначальная стоимость, более простой монтаж и меньшая длина трубопроводов, более красивый внешний вид. Если приборы, находящиеся в одном помещении, присоединены по проточной схеме к стояку с двух сторон, то у одного из них (правый стояк на рис. 3) устанавливают регулировочный кран. Такие системы применяют в многоэтажных производственных зданиях.

На рис. 4 показана схема однотрубных горизонтальных систем отопления. Горячая вода в таких системах поступает в отопительные приборы одного и того же этажа из теплопровода, проложенного горизонтально. Регулировка и включение отдельных приборов в горизонтальных системах с замыкающими участками (см. рис. 4, б) достигается так же легко, как и в вертикальных системах. В горизонтальных проточных системах (см. рис. 4, а, в) регулировка может быть только поэтажная, что является их существенным недостатком.

К основным достоинствам однотрубных горизонтальных систем относятся меньший, чем в вертикальных системах, расход труб, возможность поэтажного включения системы и стандартность узлов. Кроме того, горизонтальные системы не требуют пробивки отверстий в перекрытиях, проще их монтаж по сравнению с вертикальными системами. Применяются в основном в производственных помещениях.

Общими преимуществами систем с естественной циркуляцией воды, является относительная простота устройства и эксплуатации; отсутствие насоса и потребности в электроприводе; бесшумность действия; сравнительная долговечность при правильной эксплуатации (до 30-40 лет) и обеспечение равномерной температуры воздуха в помещении.

Однако в системах водяного отопления с естественной циркуляцией естественное давление имеет незначительную величину. Поэтому при большой протяженности циркуляционных колец (>30 м), а следовательно, и при значительных сопротивлениях движению воды в них диаметры теплопроводов получаются по расчёту необоснованно большими и система отопления оказывается экономически невыгодной как по первоначальным затратам, так и по эксплуатационным расходам.

Технико-экономический анализ систем водяного отопления показывает, что системы с естественной циркуляцией становятся экономически невыгодными, если возможная удельная потеря давления на трение меньше 5 Па на 1 м циркуляционного кольца.

В связи с вышеизложенным область применения систем с естественной циркуляцией ограничена обособленными гражданскими зданиями (в частности, в сельских районах), зданиями, где не допустимы шум и вибрация, квартирным отоплением.

Системы водяного отопления с искусственной циркуляцией теплоносителя отличается от систем с естественной циркуляцией тем, что в дополнение к естественной давлению, возникающему за счёт разности плотностей нагретого и холодного теплоносителей, значительно большее давление создается центробежным циркуляционным насосом, установленным на обратной магистрали перед теплогенератором (котлом), а расширительный бак присоединён не к подающему, а к обратному теплопроводу около всасывающего патрубка насоса. При таком присоединении расширительного бака воздух из системы через него отводиться не может, поэтому для удаления воздуха из сети теплопроводов и отопительных приборов служат воздушные линии, воздухоотборники и воздушные краны (см. рис. 5,6).

Рассмотрим схемы вертикальных двухтрубных систем отопления с искусственной циркуляцией (см. рис. 5). Слева показана схема с верхней разводкой, а справа – с нижней. Обе системы отопления относятся к тупиковым системам, в которых получается очень большая разница в потере давления в отдельных циркуляционных кольцах, так как их длина разная. Чем дальше расположен прибор от котла, тем большую длину имеет кольцо этого прибора. Поэтому в системах с искусственной циркуляцией, особенно при большой протяженности теплопроводов, целесообразно применять попутное движение горячей и охлажденной воды. Система с попутным движением воды (см. рис. 6) в гидравлическом отношении имеет преимущества перед системой с тупиковым движением воды, так как в этой системе длина циркуляционных колец дальнего и ближнего стояка приблизительно равная, в результате меньше потери напора по длине и лучше осуществляется теплоотдача через приборы. Тогда приборы передают приблизительно равное количество теплоты как на дальнем, так и на ближнем стояках. Из рис.6 видно, что в тупиковой системе длина циркуляционного кольца дальнего стояка значительно больше, чем длина циркуляционного кольца через ближний стояк. Поэтому приборы дальнего стояка находятся в гораздо худшем гидравлическом и тепловом режиме, чем приборы ближнего стояка. В схеме с попутным движением воды длина циркуляционного кольца через даль-

ний стояк приблизительно равна длине циркуляционного кольца через ближний стояк. Поэтому приборы и дальнего и ближнего стояков находятся в равных гидравлических и тепловых условиях.

В последние годы широко применяются однотрубные системы отопления с нижней прокладкой магистралей горячей и холодной воды (см. рис. 7) с искусственной циркуляцией.

Стояки систем по схеме б) разделяются на подъёмные и опускные. Стояки систем по схемам а, в, г) состоят из подъёмного и опускного участков, но в верхней части, обычно над полом верхнего этажа, они соединяются горизонтальным участком. Стояки прокладывают на расстоянии 150 мм от края оконного проёма. Длина подводок к нагревательным приборам принимается стандартной – 350 мм; отопительные приборы смещены от оси окна в сторону стояка.

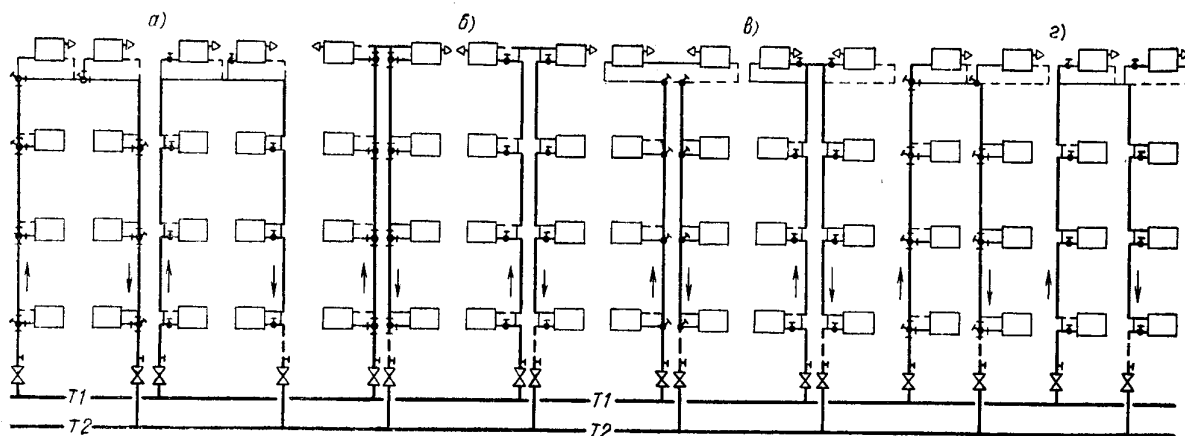


Рис. 7 - Однотрубные системы отопления с нижней прокладкой магистралей горячей и холодной воды с искусственной циркуляцией

Однотрубная система отопления с нижней разводкой удобна для зданий с бесчердачными покрытиями (совмещёнными крышами). Преимуществом однотрубных систем отопления является меньший диаметр труб, благодаря большему давлению, создаваемому насосом; больший радиус действия; более простой монтаж; большая возможность унификации деталей тепловодов, приборных узлов, а также более устойчивый тепловой и гидравлический режим работы. К недостаткам однотрубных систем относятся разная температура воды на входе отопительных приборов, перерасход отопительных приборов по сравнению с двухтрубными системами отопления.

Контрольные вопросы

1. Преимущества, недостатки и область применения вертикальных двухтрубных систем с верхним расположением подающей магистрали.
2. Преимущества, недостатки и область применения двухтрубных вертикальных систем с нижним расположением обеих магистралей и естественной циркуляцией воды.
3. Преимущества, недостатки и область применения вертикальных однотрубных систем.

4. Преимущества, недостатки и область применения систем отопления с искусственной циркуляцией.
5. В чем отличие однотрубных систем отопления от двухтрубных?
6. Почему в однотрубных системах температура воды на отдельных участках стояков неодинакова?
7. Почему рекомендуется применять системы отопления с искусственной циркуляцией воды?

Лекция 6

Размещение и монтаж основных элементов систем водяного отопления

1. Размещение и монтаж магистралей, стояков и подводов.
2. Изоляция теплопроводов, компенсация удлинения теплопроводов.
3. Удаление воздуха из системы.
4. Установка запорно-регулирующей арматуры.

1. В системах центрального отопления трубопроводы, которые предназначены для подачи горячего теплоносителя и отвода охлажденного теплоносителя, называются теплопроводами. Теплопроводы вертикальных систем отопления подразделяют на магистрали, стояки и подводы к отопительным приборам.

В горизонтальных системах в дополнение к этим теплопроводам проектируют горизонтальные ветви.

Для систем центрального водяного отопления при диаметре наружного трубопровода до 60 мм применяют неоцинкованные (черные) водогазопроводные легкие трубы, имеющие утолщенные стенки и на одном конце резьбу для их соединения. При изменении их направления или диаметра применяют соединительные части (муфты, тройники, крестовины). На участках теплопровода, в которых может возникнуть необходимость в его разборке, предусматривают разъёмное соединение (сгон), представляющее собой кусок трубы длиной 100 или 300 мм с короткой и длинной резьбой на концах, с навёрнутой муфтой и контргайкой. При соединении и разъединении труб муфта с контргайкой по длинной резьбе перегоняется в соответствующем направлении. Для уплотнения соединений при теплоносителе с температурой до 100 °С используют льняную прядь и пасту, изготавливаемую из сурика и олифы.

Теплопроводы систем отопления прокладывают открыто; скрытая прокладка (в бороздах) должна быть обоснована и предусматривается для помещений, к которым предъявляются повышенные санитарно-гигиенические и эстетические требования.

Трубы, проходящие через перекрытия, площадки лестничных клеток, внутренние стены, прокладывают в гильзах из кровельной стали или из обрезков труб с зазором 10-15 мм, чтобы обеспечить их свободное перемещение при температурном расширении.

Размещение магистрального трубопровода зависит от схемы принятой системы отопления, назначения и ширины здания, наличия подвалов или технических подпольев, чердаков или технических этажей.

Для типовых жилых домов, состоящих из одинаковых повторяющихся секций, применяется посекционная нижняя разводка.

В производственных зданиях магистрали прокладывают по стенам, колоннам под потолком или у пола.

Стояки прокладывают у наружных стен помещения на расстоянии 2-3 см от штукатурного слоя (при открытой прокладке); в угловых помещениях их располагают в углу, образованном двумя наружными стенами с целью предохранения стены от сырости и промерзания. К стенам стояки крепят разъёмными хомутами.

Место расположения подводки выбирают в зависимости от месторасположения стояка, типа отопительного прибора и его размещения под окном. Подающую и обратную подводки чаще всего прокладывают горизонтально (при длине до 500 мм) или с уклоном 5-10 мм на всю длину.

В местах присоединения подводов к стояку устанавливают сварную или резьбовую крестовину при двухстороннем подсоединении к стояку отопительных приборов, или сварной или резьбовой тройник при одностороннем присоединении приборов к стояку.

Место установки расширительного бака. Расширительный бак устанавливают в наивысшей точке системы отопления, обычно на чердаке здания. Поверхность его покрывают тепловой изоляцией. При отсутствии чердака расширительный бак размещают в специальном боксе на чердачном перекрытии, лестничной клетке или верхнем техническом этаже.

2. Изоляция теплопроводов. При прокладке теплопроводов в местах, где возможно замерзание теплоносителя или где наличие горячих поверхностей опасно в пожарном отношении, а также для снижения бесполезных потерь теплоты на участках, где теплоотдача не нужна, теплопроводы покрывают тепловой изоляцией. На теплопроводы наносят мастику (материал в тестообразном состоянии) либо обматывают их слоем стекловаты или теплоизоляционными жгутами и лентами.

Компенсация удлинения теплопроводов. Поскольку температура теплоносителя в системах отопления составляет 30-150 °С, стальные трубопроводы, нагреваясь, удлиняются. Температурное удлинение теплопроводов Δl , мм, определяется по формуле

$$\Delta l = \alpha (t_1 - t_2) l,$$

где α - коэффициент линейного расширения мягкой стали, равный 0,012 мм/(м · °С); t_1 - температура теплопровода, °С; t_2 - температура воздуха, окружающего теплопровод, °С; l - длина участка теплопровода.

В системах водяного отопления, где колебания температуры и длина прямолинейных участков сравнительно невелики, а также имеется много углов и поворотов, компенсаторы не требуются. В зданиях высотой выше семи этажей для компенсации удлинения стояков, а также компенсации удлинения главных стояков и длинных прямолинейных участков магистралей применяют П-образные компенсаторы, размеры которых рассчитывают. Для поглощения компенсатором удлинения определённого участка теплопровод закрепляют наглухо в точках по концам этого участка (“мёртвые” опоры).

3. Удаление воздуха из системы (т.е. из отопительных приборов и из всех участков теплопроводов) является необходимым условием нормальной работы системы отопления. Способы удаления воздуха из системы водяного отопления с естественной и искусственной циркуляцией неодинаковые.

В системах водяного отопления с естественной циркуляцией и верхней разводкой удаление воздуха осуществляется через расширительный бак, установленный в верхней точке системы, либо на перекрытии чердака, либо на специальной конструкции, установленной вверху лестничной клетки.

В системах с естественной циркуляцией воды и нижней разводкой удаление воздуха производится либо через воздухоотводящую сеть, присоединённую к расширительному баку или воздухоборнику, либо с помощью воздуховыпускных кранов или специальных шурупов, ввертываемых в верхние пробки приборов верхнего этажа (см. рис. 2). Для более надёжного удаления воздуха и удобного спуска воды из системы водяного отопления с естественной циркуляцией магистральные теплопроводы, а также ответвления от стояков к приборам и от приборов к стоякам прокладывают с уклоном (не менее 0,002) по направлению движения теплоносителя.

В системе с искусственной циркуляцией скорость движения воды обычно больше скорости всплывания воздушных пузырьков ($V_{\text{пуз}} = 0,2$ м/с) и пузырьки не могут двигаться в направлении, противоположном потоку воды. Поэтому в таких системах разводящие магистральные теплопроводы прокладывают с подъёмом к крайним стоякам и в высших точках системы устанавливают воздухоборники (см. рис. 6). Для выпуска воздуха из воздухоборника устанавливают кран, который в процессе эксплуатации системы периодически открывают. Воздухоборник у дальнего стояка снабжают автоматическими воздухоотводчиками. Они служат для непрерывного удаления воздуха из системы.

4. Установка запорно-регулирующей арматуры. Для пуска системы отопления по частям, монтажа и демонтажа её отдельных элементов при ремонте устанавливают задвижки и вентили. Задвижки ставят на магистралях, вентили - на стояках в зданиях выше трёх этажей. В зданиях высотой до трёх этажей отключающая арматура на стояках не ставится, за исключением лестничных клеток, где она должна быть предусмотрена независимо от этажности здания.

Для регулирования теплоотдачи у отопительных приборов устанавливают краны двойной регулировки, имеющие два положения: эксплуатационная регулировка и регулировка при монтаже.

Контрольные вопросы

1. Почему системы водяного отопления необходимо прокладывать с уклонами?
2. Как осуществляется компенсация температурных удлинений теплопроводов?
3. Какая запорно-регулирующая арматура устанавливается в системах водяного отопления?

Отопительные приборы водяной системы

1. Требования, предъявляемые к отопительным приборам.
2. Классификация отопительных приборов.
3. Конвективно-радиационные приборы - радиаторы.

1. Требования, предъявляемые к отопительным приборам

Отопительные приборы являются основным элементом системы отопления и должны отвечать определённым теплотехническим, санитарно-гигиеническим, архитектурно-планировочным, эстетическим, монтажным и технико-экономическим требованиям. Эти требования заключаются в следующем:

- теплотехнические - передача требуемого количества теплоты от поверхности отопительного прибора к внутреннему воздуху помещения;
- санитарно-гигиенические - конструкция и форма отопительных приборов не должна приводить к скоплению пыли и позволять легко удалить пыль с их поверхности;
- архитектурно-планировочные - заключаются в соответствии форм и размеров отопительных приборов размерам основных строительных конструкций и окон зданий, сокращение площади, занимаемой приборами;
- эстетические - внешний вид приборов должен соответствовать интерьеру помещения;
- монтажные - их форма и размеры должны позволять легкую транспортировку приборов и легкий монтаж. Стенки приборов должны быть прочными, паро- и водонепроницаемыми и температуроустойчивыми;
- экономические - обеспечение минимальной заводской стоимости.

В настоящее время выпускают много типов и видов отопительных приборов, большое многообразие которых объясняется тем, что все рассмотренные требования удовлетворить одновременно очень сложно.

2. Классификация отопительных приборов

Отопительные приборы классифицируются по следующим признакам:

- а) преобладающему способу теплоотдачи от прибора к окружающему внутреннему воздуху помещения они бывают:
 - радиационные (подвесные бетонные панели);
 - конвективные (ребристые трубы и конвекторы);
 - комбинированные (радиационно-конвективные) - (радиаторы).
- б) виду внешней поверхности:
 - ребристые (конвекторы, ребристые трубы, калориферы);
 - гладкие (радиаторы, бетонные панели).
- в) виду материала, из которого они изготовлены:
 - металлические (чугунные и стальные);
 - неметаллические (керамические радиаторы, бетонные панели и др.).

3. Конвективно-радиационные приборы-радиаторы

Секционные радиаторы

До последнего времени чугунные секционные радиаторы были наиболее распространённым типом отопительных приборов. Выпускаются секциями или

блоками из 2-х, 4-х секций. Секции радиаторов изготавливают из чугуна, могут использоваться также алюминий, сталь и другие материалы. Помимо литья применяют штампованные секции, сваренные между собой. Однако преобладающим видом отопительных приборов пока остаются секционные чугунные радиаторы.

Секции соединяют с помощью ниппелей. Ниппель - это обрезок трубы, имеющий на концах левую и правую резьбу и внутри два выступа для радиаторного ключа. Они вставляются в две смежные секции радиатора (вверху и внизу), а именно в ниппельные гнезда и закручиваются радиаторными ключами. Уплотнение стыков при температуре теплоносителя до 130 °С производится с помощью термостойкой резины или смоченного в воде прокладочного картона, проваренного в олифе при температуре теплоносителя до 100 °С. Ниппельные отверстия крайних секций (верхние и нижние) радиатора закрыты глухими чугунными пробками, с другой стороны имеется отверстие для присоединения подводов.

К собранным в блоки радиаторным секциям предъявляются следующие требования:

- соприкасающиеся поверхности соседних ниппельных гнезд должны иметь гладкую поверхность, обточенную строго под прямым углом к оси ниппеля, это же требование относится и к плоскостям головок пробок;
- верхние грани секций собранного радиатора должны находиться в единой плоскости с допуском не более 3 мм.

Наиболее распространены чугунные радиаторы МС-140, МС-90, М-90 с двумя колонками по глубине. Все радиаторы характеризуются следующими размерами (см. рис. 8):

- 1) строительной глубиной (цифра на марке радиатора, например, МС-140 обозначает М- Москва, С – стандарт, строительная глубина 140 мм);
- 2) монтажной высотой (расстояние между центрами ниппельных отверстий радиаторов), по монтажной высоте радиаторы подразделяют на: низкие (монтажная высота 300 мм); средние (монтажная высота 500 мм) - наиболее часто используемые; высокие (монтажная высота 1000 мм);
- 3) строительной длиной секции ($l = 98-108$ мм), например, МС-90-108 (вторая цифра обозначает строительную длину секции).

Радиаторы относятся к радиационно-конвективным приборам - около 30% теплоты передается с помощью радиации, 70% - конвекцией.

Достоинство радиаторов:

- большая тепловая инерционность, что дает возможность поддерживать температуру внутреннего воздуха на требуемом уровне;
- они надёжны в эксплуатации;
- производство радиаторов хорошо отлажено.

Недостатки:

- имеет большую металлоемкость, четыре секции чугунного радиатора МС-140 массой 30,56 кг имеют площадь поверхности нагрева 0,952 м²;
- масса радиаторов составляет около 75% массы собранной системы отопления;

- большой процент брака при их литье;
- стенки внутренней поверхности радиаторов имеет большую шероховатость, на которой откладывается мусор, осадок и др. примеси, содержащиеся в теплоносителе. Эти отложения с течением времени накапливаются, что уменьшает проходное сечение и увеличивает гидравлическое сопротивление, а из-за низкой теплопроводности отложений и накипи уменьшается теплоотдача прибора.

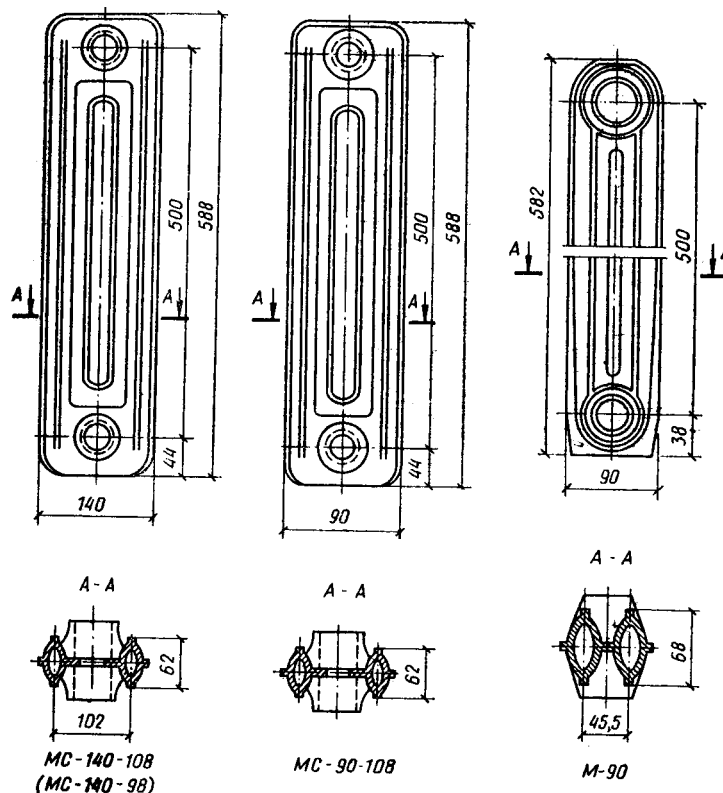


Рис. 8 - Основные типы чугунных радиаторов

В настоящее время при проектировании новых систем применение чугунных систем блочных радиаторов должно быть обосновано.

Стальные штампованные радиаторы

Альтернативой чугунных секционных или блочных радиаторов являются стальные штампованные или панельные радиаторы (см. рис. 9).

Они состоят из двух штампованных, сваренных между собой стальных листов толщиной 1,5 мм. В соответствии с ГОСТ 20335-74 панельные радиаторы выпускают двух типов – РСВ и РСГ. В панели РСВ внутри имеются вертикальные каналы для прохода теплоносителя, объединённые сверху и снизу горизонтальными коллекторами, и патрубки для присоединения к подводкам.

Монтажная высота панельного радиатора 500 мм, фактическая высота - 573 мм, глубина панели - 21 мм. Патрубки подключения к радиаторным подводкам диаметром 15 и 20 мм располагаются с торца прибора.

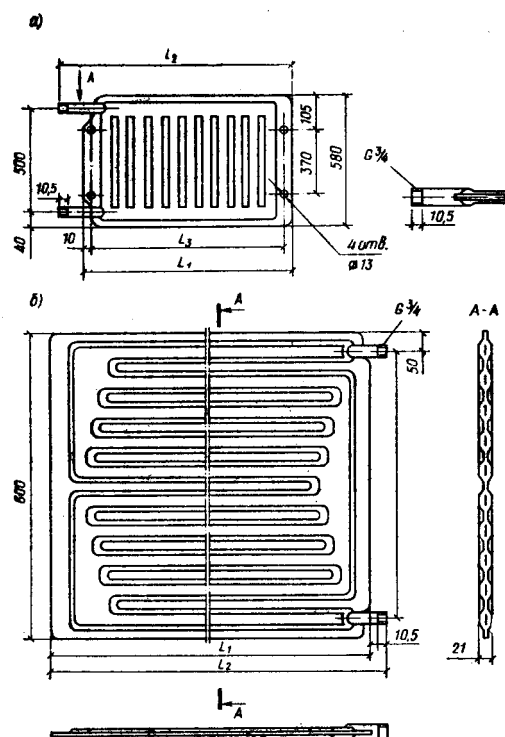


Рис. 9 - Стальные штампованные радиаторы: а – радиатор РСВ1 однорядный концевой; б – радиатор РСГ2 четырёхходовой однорядный

Стальные панельные радиаторы перед чугунными секционными радиаторами имеют следующие преимущества:

- их металлоемкость вдвое меньше чугунных радиаторов;
- в санитарном отношении они более гигиеничные, так как их стенки являются гладкими, что дает возможность легко удалять накапливающуюся пыль;
- внутренние стенки стального прибора имеют меньшую шероховатость, что уменьшает гидравлическое сопротивление и обеспечивает более равномерную теплопередачу;
- их производство полностью механизировано и автоматизировано, вероятность брака сведена к минимуму;
- более эстетичный внешний вид;
- транспортировка панельных радиаторов значительно упрощена и при этом практически не происходит их повреждение.

Контрольные вопросы

1. Какие основные требования предъявляются к отопительным приборам?
2. Какие виды отопительных приборов применяют в жилых и общественных зданиях?
3. Опишите конструкцию секционных чугунных радиаторов.
4. Какие требования предъявляют к собранным секциям чугунных радиаторов?
5. Какие преимущества и недостатки чугунных секционных радиаторов?
6. Опишите конструкцию стальных штампованных (панельных) радиаторов.
7. Какие преимущества и недостатки стальных панельных радиаторов?

Лекция 8

Современные радиаторы зарубежных фирм

1. Радиаторы стальные панельные TERMAL (Турция).
2. Радиаторы «REGULUS-system» (Польша).
3. Радиаторы «Калидор» фирмы Фондитал (Италия).
4. Радиатор KORADO (Чехия).

В настоящее время широко применяют при проектировании систем водяного отопления радиаторы, выпускаемые рядом зарубежных фирм: TERMAL (Турция), «REGULUS-system» (Польша), «Калидор» фирмы Фондитал (Италия), RADIK фирмы KORADO (Чехия).

1. Радиаторы стальные панельные TERMAL (Турция).

Радиаторы TERMAL (Турция) создают благоприятные климатические условия для людей и офисной техники. В производстве радиаторов TERMAL (рис.10) применяются новейшие разработки, которые обеспечивают рациональное использование энергоресурсов. Небольшая ёмкость радиатора позволяет системе отопления гибко реагировать на изменение температуры в помещении и даёт возможность эффективной терморегуляции.

Преимущества радиаторов TERMAL:

1. Надёжность. Радиаторы TERMAL изготавливаются на современном оборудовании в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 9001. Каждый радиатор проходит испытание при избыточном давлении 13 бар.

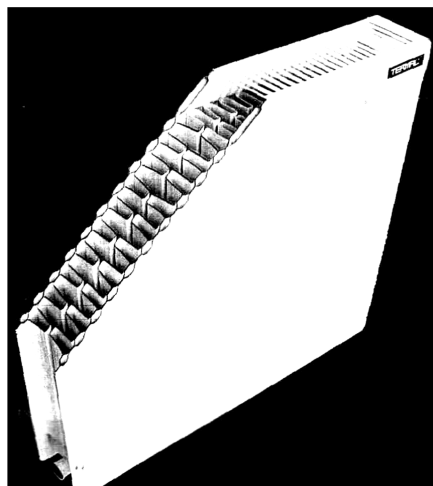


Рис. 10 - Внешний вид радиаторов TERMAL (Турция)

2. Повышенная тепловая мощность. Конструкция радиаторов TERMAL даже при низкой рабочей температуре теплоносителя обеспечивает максимальную теплоотдачу. Высокая эффективность радиаторов TERMAL достигнута благодаря более частому расположению вертикальных каналов. Теплоотдача повышается за счёт использования технологии точечной сварки радиатора непосредственно с каналами теплоносителя.

3. Высокое качество покрытия. Для обработки и покраски поверхности радиаторов TERMAL используют современные технологии.

4. Гарантия на радиаторы TERMAL 5 лет.

5. Универсальный ассортимент – 640 типоразмеров!

Радиаторы TERMAL изготавливают в самом широком диапазоне типоразмеров. Можно подобрать оптимальные по теплоотдаче радиаторы в зависимости от размеров и назначения помещений.

Высота радиаторов: 300, 400, 500, 600, 750 и 900 мм.

Длина от 400 мм до 3000 мм с шагом 100 мм.

6. Элегантный дизайн. Благодаря особому профилю и утонченному дизайну радиаторы TERMAL отлично дополняют современные интерьеры.

7. Простой монтаж. На тыльной стороне радиатора закреплены монтажные пластины, что обеспечивает быстрый монтаж с минимальным выступом от стены.

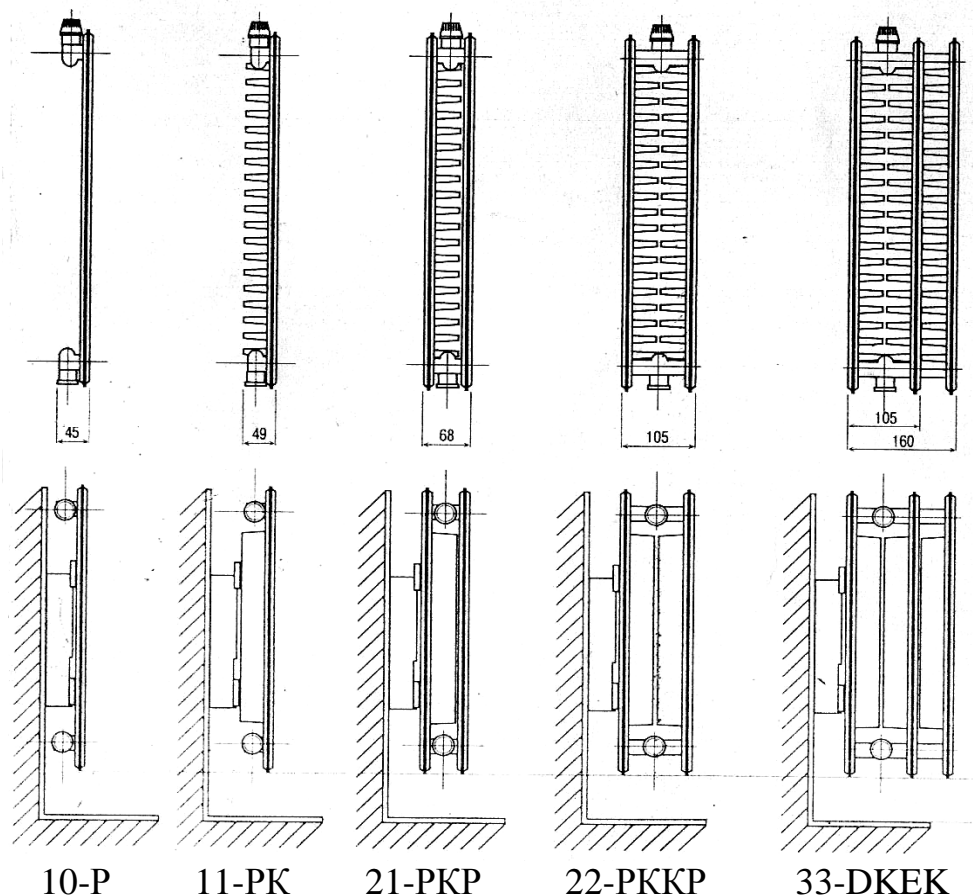


Рис. 11 - Конструкция радиаторов TERMAL

2. Радиаторы «REGULUS-system» (Польша), неразборной конструкции изготовлены из пакета горизонтальных медных трубок (их количество зависит от типа радиатора), а также из вертикальных алюминиевых пластин (ламелей), плотно посаженных в натяг на эти трубки (рис. 12). Развальцовка изнутри медных трубок обеспечивает отличный тепловой контакт с вертикальными ламелями. Загнутые концы алюминиевых ламелей формируют переднюю та заднюю плоскость радиатора, дополнительно увеличивая площадь теплообмена. Радиаторы имеют алюминиевые боковины, которые прикрывают вертикальные медные коллекторы, соединяющие ряды греющих трубок. Верхняя декоративная крышка из перфорированного алюминиевого листа замыкает конструкцию, не имеет острых углов и придает законченный стильный вид радиатору. Каждый радиатор снабжен воздуховыпускным ручным краном (краном Маевского) с поворотным изливом.

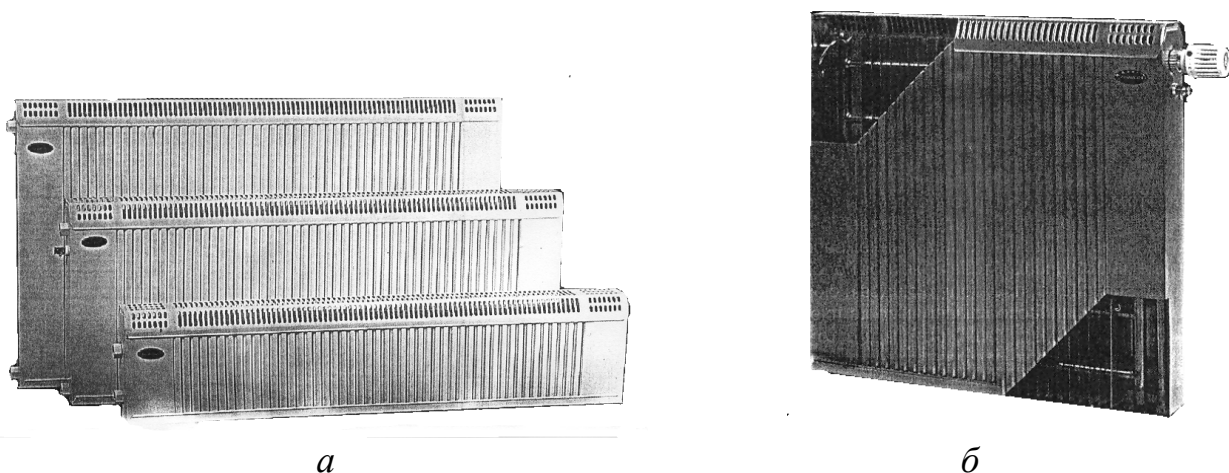


Рис. 12 - Внешний вид(а) и устройство(б) радиаторов «REGULUS-system»

Радиаторы «REGULUS-system» стандартно окрашивают в белый цвет(RAL 9003) и упаковывают термоусадочной полиэтиленовой плёнкой, углы радиаторов дополнительно предохраняются профилированной защитой из гофрированного картона. Упаковка предусматривает монтаж радиаторов на стену без снятия плёнки, что обеспечивает сохранность радиаторов во время строительства.

Передача тепла для окружения радиаторами «REGULUS-system» происходит в 80% путём конвекции, нагрев воздуха - путём прохождения его через горячие алюминиевые пластины радиатора, а в 20% - путём излучения тепла с поверхности радиатора.

Теплоноситель (вода или незамерзающая жидкость), протекающий внутри медных трубок, нагревает их, они передают тепло на соединённые с ними густо расположенные алюминиевые пластинки (ламели). Эти пластинки (ламели) имеют большую обогревательную площадь, через которую протекает холодный воздух, всасываемый снизу в радиатор. Этот воздух нагревается, а дальше поступает через верхние решетки радиатора в помещение.

Преимущества радиаторов «REGULUS-system»:

1. Радиаторы «REGULUS-system» имеют наибольшую производительность в передаче тепла от теплоносителя, циркулирующего в радиаторе, воздуху помещения. Учитывая малую ёмкость воды в радиаторах, разогрев воды в системе отопления даже на несколько десятков градусов происходит очень легко. Легко также поддерживать достигнутую в системе температуру. Не всегда стоит сильный мороз, не всегда необходимо достигать максимальных параметров обогрева. Средняя температура нагрева теплоносителя обычно находится в пределах от 40 до 60 °C.

2. Эффективным с точки зрения экономичности обогрева помещения, где установлены радиаторы «REGULUS-system», является регулирование температуры с помощью комнатного программного устройства. Оно отключает отопление при достижении заданной температуры в обогреваемом объекте и включает его снова с целью «догрева», когда снизится эта температура (тепловые потери).

Коэффициент теплопередачи для чугуна составляет – 50 Вт/м² К, для стали – 58 Вт/м² К, для алюминия – 220 Вт/м² К, а для меди – 410 Вт/м² К! Отсюда

следует, что медно-алюминиевые радиаторы имеют наибольшую производительность в передаче тепла от теплоносителя, циркулирующего в радиаторе, для окружения.

3. Другим важным отличительным элементом радиаторов «RE- GULUS-system» является очень малый объём воды в радиаторе, намного ниже водяного объёма панельных радиаторов. Наибольший радиатор длиной 2 м и тепловой мощностью более 4 кВт содержит всего 1,5 литра теплоносителя. Это приводит к наименьшей тепловой инерции медно-алюминиевых радиаторов, что способствует хорошей регулируемости температуры, что обеспечивает экономию используемой энергии нагрева до 20%. Радиаторы нагреваются моментально и быстро охлаждаются, не перегревая воздух без надобности.

4. Преимущества по передаче тепла от радиатора к окружающей среде путём конвекции гарантирует активное перемешивание воздуха в помещении и одинаковую температуру в нём. Развитая поверхность алюминиевых ламелей радиатора образует очень большую площадь теплоотдачи.

5. Очередным важным преимуществом радиаторов «REGULUS-system» является их небольшой вес. Самый большой радиатор тепловой мощностью 4 кВт имеет вес около 16 кг. Это облегчает транспортировку, монтажные работы, позволяет устанавливать их даже на тонких гипсокартонных перегородках. Медь и алюминий не ржавеют, поэтому применение таких радиаторов в помещениях с повышенной влажностью (бассейн, кухня или ванная комната) является возможным и просто необходимым. Радиаторы не требуют применения ингибиторов коррозии, не повреждаются от слива воды из системы, не боятся окислораживания теплоносителя.

6. Конструкция радиаторов гарантирует надёжность работы при особо больших давлениях и температурах теплоносителя. Рабочее давление радиаторов «REGULUS-system» составляет 1,5 МПа.

7. Современный вид этих радиаторов является декоративным украшением помещений.

Недостатки радиаторов «REGULUS-system»:

1. Медно-алюминиевые радиаторы изготавливают из долговечного цветного металла, их производство более трудоёмкое, требует дорогих технологических процессов.
2. Кроме того, в цену радиаторов «REGULUS-system» включены все элементы дополнительного оснащения.

3. “Калидор” – радиатор, изготовленный из алюминия методом литья под давлением. Является плодом наивысшего уровня проектирования, технологии и проверенного десятилетиями опыта фирмы “Фондитал” (Италия). Серия “Калидор” представлена гаммой из пяти размеров (расстояние между центрами входных отверстий 350, 500, 600, 700, 800 мм), собирается на заводе в батареи от 3-х до 10, 12, 14 элементов в зависимости от высоты элемента. Стандартный цвет – белый (RAL 9010). Радиатор “Калидор” изготавливается из алюминиевого сплава, производимого фирмой “Раффметал”, входящей в группу “Фондитал”. Химический состав сплава постоянно контролируется на соответствие

технологическим требованиям. Алюминий, из которого произведен “Калидор”, обеспечивает следующие важные характеристики радиатора:

- **УСТОЙЧИВОСТЬ** к коррозии: алюминий - один из немногих металлов, которые пассивны, т.е. покрываются слоем оксида, нерастворимого в воде, играющем роль защитной плёнки;
- **ЛЕГКИЙ ВЕС**, что упрощает работу по транспортированию, хранению и установке;
- **НИЗКАЯ ТЕРМИЧЕСКАЯ ИНЕРЦИОННОСТЬ**, являющаяся следствием небольшой массы и уменьшенного объема воды, способствует очень быстрому запуску прибора в эксплуатационный режим и обеспечивает значительную экономию энергии.
- **ПОВЫШЕННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА** для более высокой эффективности также и при низких температурах;
- **ВОЗМОЖНОСТИ СБОРКИ** - размеры батареи заводской сборки могут быть уменьшены или увеличены по количеству элементов (секций) с использованием удобной системы соединения элементов втулками (нипелями).

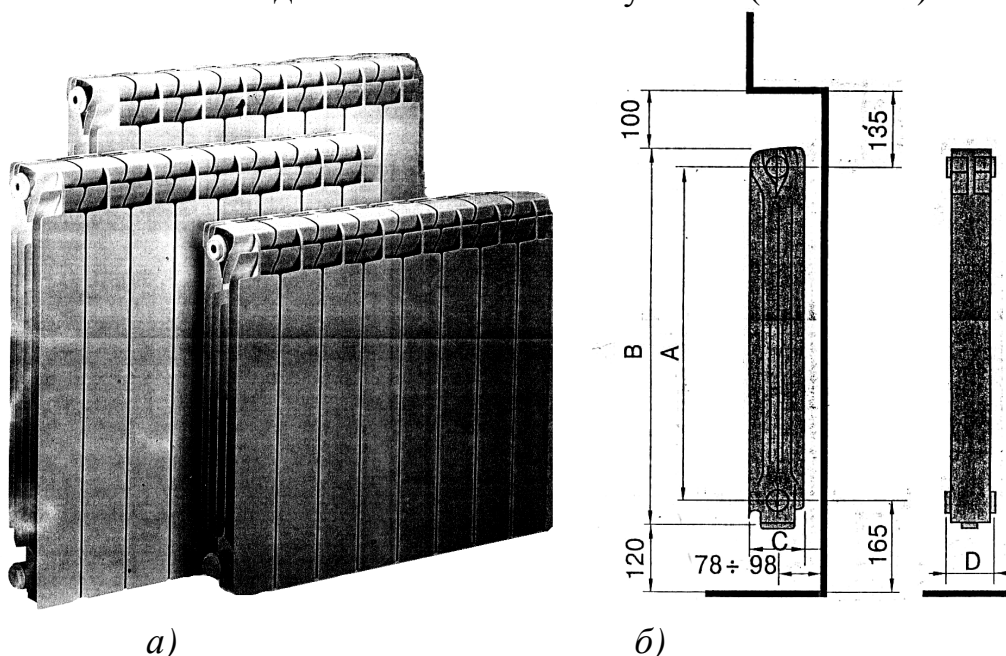


Рис. 13 - Радиатор “Калидор”: а – внешний вид; б – конструкция и размеры радиатора

4. Радиатор RADIK фирмы KORADO (Чехия).

Радиаторы RADIK фирмы KORADO (Чехия) представляют собой отопительные стальные панельные радиаторы с естественным течением вдоль их греющей поверхности.

Радиаторы производят с одинарной, сдвоенной или трехпанельной конструкцией (рис. 14). Для повышения тепловой мощности у некоторых типов радиаторов к внутренней (первичной) стороне греющей панели приварена дополнительная поверхность П-образного оребрения. Греющая панель радиатора RADIK изготовлена из двух штампованных листов с горизонтальными и вертикальными каналами, сваренных по периметру роликовым швом, а в местах соединения штампованных элементов – точечной сваркой методом сопротивле-

ния. Стальной лист холоднокатаный, толщиной 1,25 мм, с низким содержанием углерода.

Дополнительная поверхность штампуется из стального листа толщиной 0,5 мм и приварена точечной сваркой к вертикальным каналам панели. Эта компоновка способствует естественному течению воздуха вдоль греющей поверхности отопительного прибора.

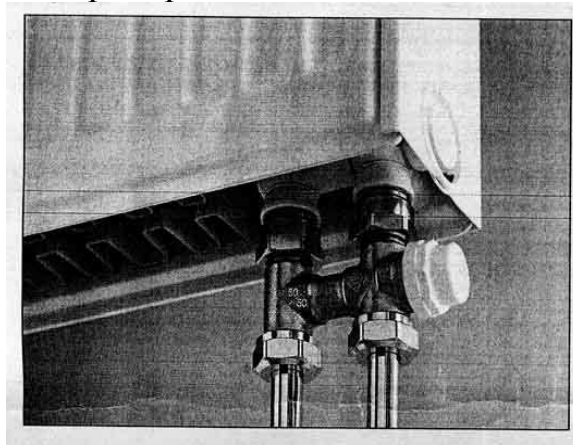


Рис. 14 - Внешний вид радиатора RADIK фирмы KORADO (Чехия)

Отопительные стальные панельные радиаторы RADIK предназначены для монтажа в закрытых отопительных системах центрального отопления зданий с рабочим избыточным давлением до 0,87 МПа, в которых в качестве теплоносительной жидкости применяется вода или водные растворы, максимально допустимая рабочая температура до 120° С.

Радиаторы предназначены для однотрубных и двухтрубных отопительных систем с искусственной или естественной циркуляцией. Небольшое содержание воды в радиаторе позволяет отопительной системе гибко реагировать на потребность тепла в окружающей среде и даёт возможность эффективной терморегуляции.

Все панельные радиаторы RADIK с тыльной стороны оснащены двумя верхними и нижними захватами. Радиаторы, длина которых составляет 1800 мм и более, оснащены тремя захватами, каждый радиатор в процессе производства оснащён заглушкой и пробкой для обезвоздушивания. Все остальные радиаторы поставляются, включая верхнюю решётку и боковины.

Отделка поверхности отопительных радиаторов выполнена с максимальным учётом экологических требований. Корпусы радиаторов обезжирены и покрыты фосфатом железа. После химической предварительной обработки наносят катодфорезный лак. Такая поверхностная отделка обеспечивает высокую антикоррозионную и механическую стойкость и гигиеническую безопасность.

Однотрубная отопительная система

Отопительный радиатор в исполнении RADIK VENTIL КОМПАКТ или RADIK PLAN VENTIL КОМПАКТ можно подключить к однотрубной отопительной системе через специальную, предназначенную для этой цели присоединительную арматуру в угловом или прямом исполнении (рис.15). Настройка требуемого протока в массе через радиатор в однотрубном цикле проводится с помощью байпаса в присоединительной арматуре.

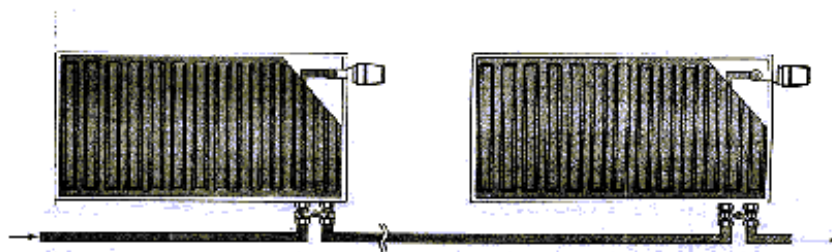


Рис. 15 - Схема подключения радиатора RADIK к однотрубной системе отопления

Двухтрубная отопительная система

Отопительный радиатор в исполнении RADIK VENTIL КОМПАКТ или RADIK PLAN VENTIL КОМПАКТ можно подключить к двухтрубной отопительной системе с использованием болтовых или обычных присоединительных резьбовых соединений. Можно также применить запорную присоединительную арматуру в угловом или прямом исполнении.

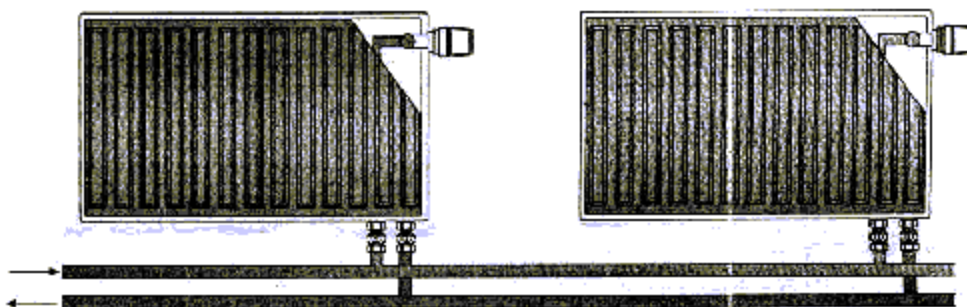


Рис. 16 - Схема подключения радиатора RADIK к двухтрубной системе отопления

Контрольные вопросы

1. Какие преимущества радиаторов TERMAL (Турция)?
2. Опишите конструкцию радиаторов «REGULUS-system» (Польша).
3. Какие преимущества радиаторов «REGULUS-system» (Польша)?
4. Опишите конструкцию радиаторов «Калидор» (Италия).
5. Какие преимущества радиаторов «Калидор» (Италия)?
6. Опишите конструкцию секционных чугунных радиаторов RADIK фирмы KORADO (Чехия).
7. Как подключить радиатор RADIK к однотрубной системе?
8. Как подключить радиатор RADIK к двухтрубной системе?

Лекция 9

Конвективные отопительные приборы. Нетрадиционные отопительные приборы

1. Конвекторы “Аккорд” и “Комфорт”.
2. Нетрадиционные отопительные приборы.

1. Конвектор “Аккорд” предназначен для систем отопления жилых, общественных и производственных зданий с температурой теплоносителя до 150 °С и давлением до 1 МПа. Конвектор “Аккорд” (см. рис. 10) состоит из двух стальных электросварных трубопроводов диаметром 20 мм, на которые наса-

жаны П-образные стальные пластины толщиной 0,8 мм, которые увеличивают теплопередачу радиатора.

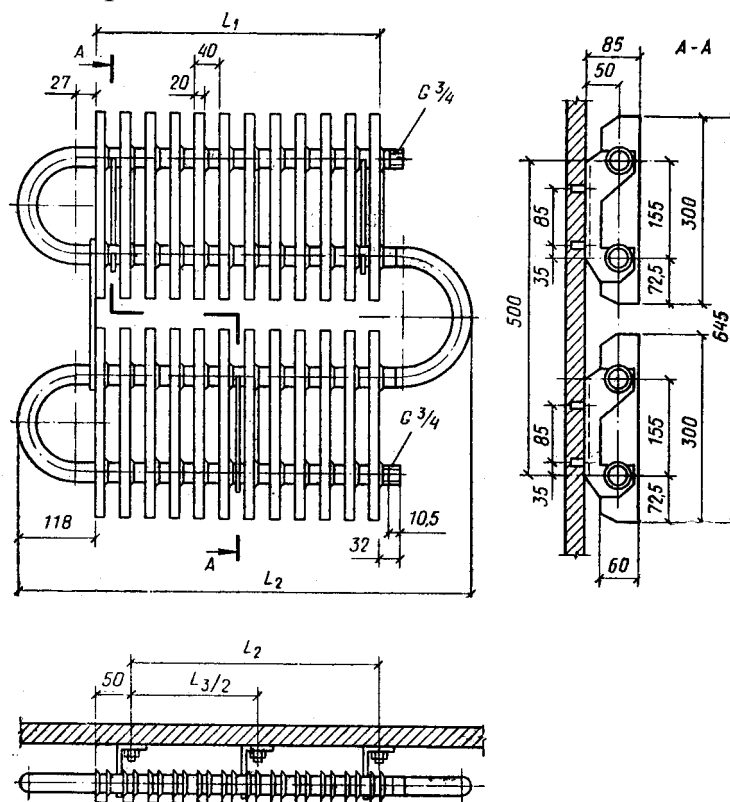


Рис. 17 - Конвектор "Аккорд"

Промышленность выпускает восемь типоразмеров конвекторов (проходных и концевых) в однорядном исполнении с площадью поверхности $0,98-3,26 \text{ м}^2$ и восемь типоразмеров конвекторов (концевых) в двухрядном по высоте исполнении с площадью поверхности нагрева $1,95-6,5 \text{ м}^2$. Высота конвекторов 300 мм (однорядного) и 645 мм (двухрядного).

Конвекторы типа "Комфорт" предназначены для использования в качестве отопительного прибора в системах центрального отопления жилых зданий. Допускается их установку в отдельных помещениях общественных зданий. Основу конвектора "Комфорт 20" (см. рис. 11) составляет трубчатый элемент 1 (две трубки диаметром 20 мм), оребренный прямоугольными пластинами, насаженными на трубу 1, толщина пластин из листовой стали 0,8 мм.

С двух сторон приварены к трубам боковые стенки 2 с отштампованными на них кронштейнами для крепления "Комфорта" к стене. В отверстия 4 на боковых стенках входит ось воздушного клапана-заслонки. Ручка заслонки проходит через прорези боковых стенок и имеет четыре фиксированных положения. В верхней части конвектора закрепляются связи 7, образующие воздуховыпускную решётку. С лицевой стороны на отгибах боковых стенок 8 крепится фронтальная панель конвектора. С лицевой стороны на отгибах боковых стенок 8 крепится фронтальная панель конвектора. Конвектор подсоединяют к стояку подводками, которые соединяют к патрубкам 3.

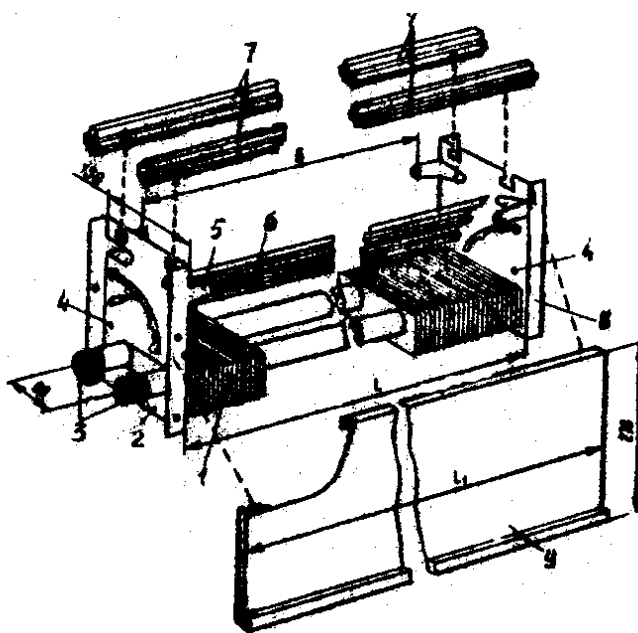


Рис. 18 - Стальной конвектор с кожухом «Комфорт-20»

Конвекторы "Комфорт" изготавливаются в двух вариантах: концевые - «Комфорт» - 20 к и проходные - «Комфорт» - 20 п.

Концевые приборы имеют с одной стороны штуцеры с короткой трубной резьбой для присоединения подводок, а с другой – калач (изогнутая труба) или глухой коллектор, соединяющий подающую и обратную трубы.

Проходных приборы также имеют с одной стороны штуцеры с короткой резьбой для присоединения к подводкам, а с другой – штуцеры с длинной трубной резьбой для присоединения к другому (соседнему) прибору.

2. Гидродинамический нагреватель ТЕК (НВП «Текмаш» (технология, экология, машиностроение) — нагреватель нового типа, не имеет аналогов в мире, внешний вид приведен на рис 19.

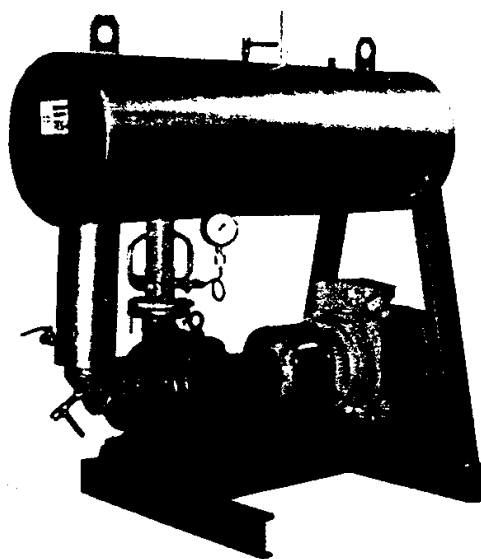


Рис. 19 - Внешний вид нагревателя ТЕК

Нагревание жидкости осуществляется без нагревательных элементов за счёт преобразования энергии движения жидкости в тепловую энергию. Нагреватель является эффективным как для отопления помещений, так и для нагрева воды для систем горячего водоснабжения, а также для нагрева любых других жидкостей (химических и нефтепродуктов). Области применения ТЕК приведены на рис. 20. В основу нагрева положена энергия, которая выделяется при соударении потоков жидкости в специальном смесителе. Разгон жидкости осуществляется с помощью входного и выходного вентиля с некоторым внешним контуром потребления. Для автоматизации процесса нагрева и защиты нагревателя используется блок управления.

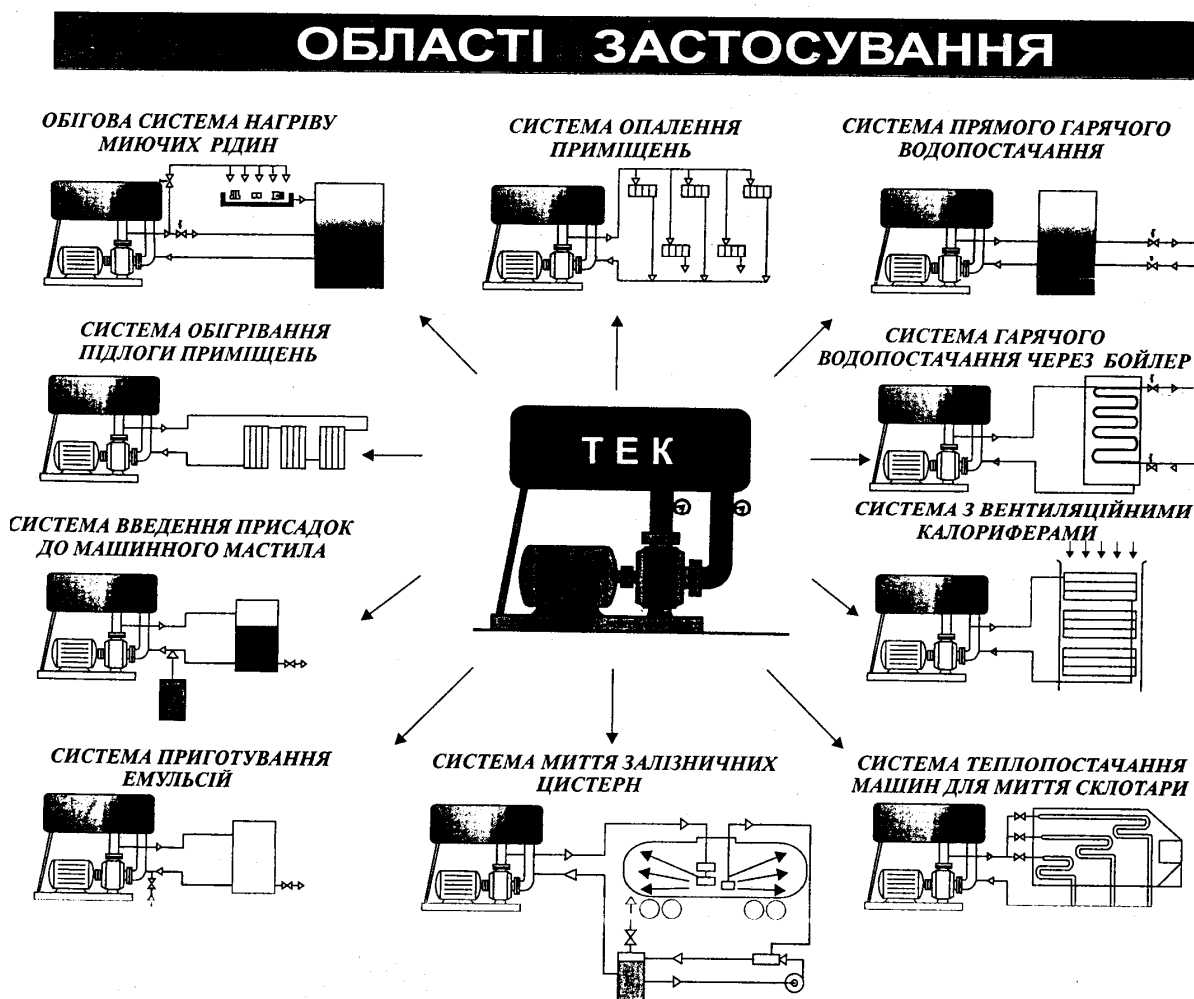


Рис. 20 - Области применения нагревателя ТЕК

Преимущества нагревателя ТЕК:

1. Коэффициент полезного действия гидродинамического нагревателя ТЕК – 94%.
2. Скорость и эффективность действия.
3. ТЕК самостоятельно осуществляет подачу воды в систему отопления, горячего водоснабжения, на бойлер и т.д.

4. Использование ТЕК позволяет оптимизировать работу системы нагрева и свести затраты к минимуму за счёт использования каждой калории.

Научно-производственное предприятие “Текмаш” предлагает принципиально новый способ отопления, который позволяет дополнительно уменьшать потери на 25-40%. Идея способа (см. рис. 21) заключается в накоплении воды ночью и раздаче её днём.

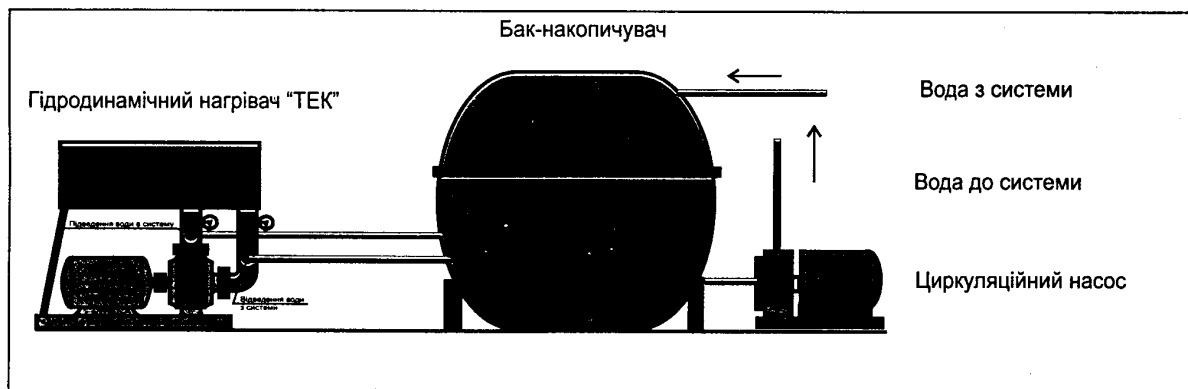


Рис. 21 - Способ отопления с помощью нагревателя ТЕК

Технически это выглядит следующим образом: гидродинамический нагреватель постоянно действует ночью, нагревая достаточную для отопления днём количество воды, которая аккумулируется в баке-накопителе. Днём раздача воды осуществляется циркуляционным насосом малой мощности. Затраты, связанные с установкой дополнительного оборудования, окупаются в течение одного отопительного сезона.

Контрольные вопросы

1. Опишите конструкцию конвектора “Аккорд”.
2. Опишите конструкцию конвектора “Комфорт”.
3. В чем состоит принцип действия нагревателя ТЕК?
4. Где применяется нагреватель ТЕК?
5. Какие преимущества нагревателя ТЕК?

Лекция 10

Выбор, размещение и установка отопительных приборов

1. Выбор типа отопительных приборов.
2. Размещение отопительных приборов.
3. Присоединение отопительных приборов к теплопроводам.
4. Монтаж отопительных приборов.

1. Тип отопительного прибора выбирают с учетом назначения и тепло-технических характеристик данного здания. При повышенных санитарно-гигиенических требованиях рекомендуются приборы с гладкой поверхностью, лучше всего панельные, совмещённые со строительными конструкциями; при нормальных санитарно-гигиенических требованиях можно применять приборы

с гладкой и ребристой поверхностью, причём следует выбирать не более одного-двух типов приборов для всего здания; при пониженных санитарно-гигиенических требованиях в помещениях, предназначенных для кратковременного пребывания людей, используются приборы любого вида, предпочтение следует отдавать приборам с высокими технико-экономическими показателями.

2. Отопительные приборы размещают у наружных стен зданий, преимущественно под окнами с целью уменьшения холодных потоков воздуха, циркулирующих возле окна. С целью уменьшения площади выступающей поверхности прибора, их размещают в нише, которая располагается под окнами. Глубина ниши равна 130мм, в этом случае теплоотдача отопительного прибора не уменьшается, а коэффициент теплоотдачи принимают равным коэффициенту теплопередачи прибора, который устанавливают без ниши.

Отопительные приборы лестничной клетки располагаются у входа лестничной клетки, не допускается установка отопительного прибора в тамбуре, сообщаемом с наружным воздухом, или вблизи наружной одинарной двери.

Отопительные приборы лестничной клетки присоединяют к стоякам, которые, в свою очередь, автономно присоединены через магистральные трубопроводы к системному трубопроводу.

Не допускается присоединение приборов лестничной клетки и приборов других помещений. Отопительные приборы, располагаемые на лестничной клетке, не должны уменьшать ширину лестничных маршей и лестничной площадки и мешать движению людей.

3. Присоединение приборов к теплопроводам (подводкам) осуществляется по трём схемам (схемы подачи и отвода воды из приборов): “сверху вниз” (рис.22, а); “снизу вниз” (рис. 22, б) и “снизу вверх” (рис. 22, в). Схема движения воды в теплопроводе обусловлена схемой присоединения к теплопроводам. Наиболее эффективна схема “сверху вниз”, при которой плотность теплового потока отопительного прибора всегда выше за счёт наиболее равномерной и высокой температуры поверхности прибора, чем при схеме “снизу вниз” и особенно “снизу вверх”.

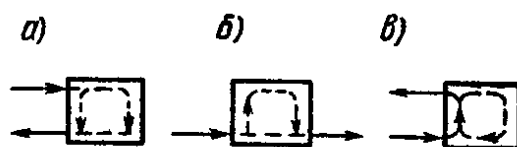


Рис. 22 - Схемы подачи и отвода воды из отопительных приборов

В двух- и однотрубных системах с верхней прокладкой подающей магистрали наиболее целесообразно размещать приборы по отношению к стоякам таким образом, чтобы каждый стояк имел двустороннюю нагрузку (рис. 23, а). К стоякам, питающим приборы лестничных клеток, нельзя присоединять приборы других помещений. Питание приборов лестничных клеток рекомендуется производить по однотрубной проточной схеме. Присоединение отопительных приборов на “сцепке” (рис. 23, б, в) допускается только в пределах одного по-

мещения, за исключением кухонь, коридоров, туалетов, умывальных и других вспомогательных помещений, где их можно присоединять к приборам соседней комнаты. Приборы на “сцепке” в теплотехническом и гидравлическом расчете рассматриваются как один прибор.

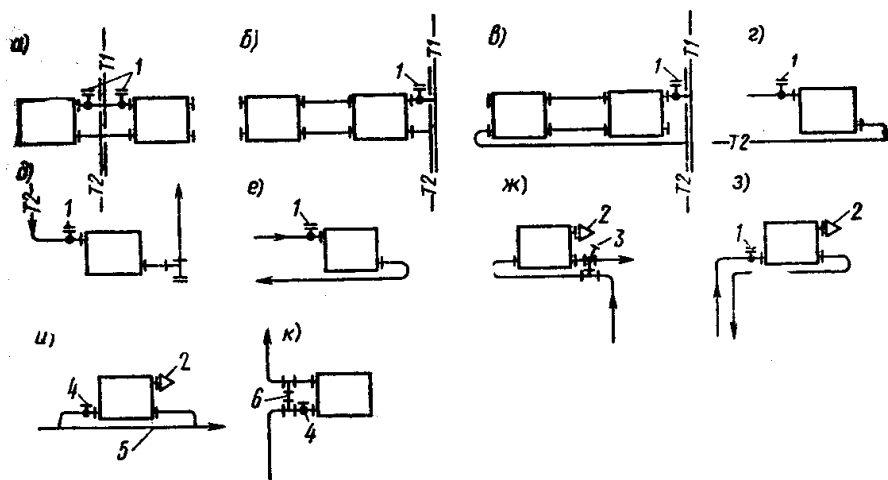


Рис. 23 - Присоединение отопительных приборов к теплопроводам систем отопления: 1-кран двойной регулировки; 2-воздушный кран; 3-трёхходовой кран; 4-кран регулирующий проходной; 5-осевой замыкающий участок; 6-смещённый замыкающий участок

Разностороннее присоединение теплопроводов к отопительному прибору при схеме “сверху вниз” применяется в тех случаях, когда горизонтальная обратная магистраль системы находится под прибором (рис. 23,г) и при внутренней установке крупного прибора (рис.23,е). Присоединение приборов по схеме “снизу вниз” используют для верхнего этажа вертикальных однотрубных и двухтрубных систем с нижней прокладкой обеих магистралей (рис. 23, ж, з) и в горизонтальной однотрубной системе (рис.23,и). Присоединение приборов по схеме “снизу вверх” применяется в однотрубных системах отопления с нижней прокладкой обеих магистралей (рис. 23,к).

Отопительные приборы (радиаторы, конвекторы) крепят к строительным конструкциям с помощью кронштейнов, которые закрепляют дюбель-гвоздями. Наибольшее распространение получил штампованный из стали 5 мм кронштейн, имеющий рассечённый конец в виде “ласточкиного хвоста” для заделки в стенах. Отверстие в кронштейне служит для нанизывания на проволоку комплекта кронштейнов для одного помещения (рис. 24,а). При изготовлении кронштейна из более тонкого металла вдоль него выштамповывается ребро жёсткости.

В зависимости от материала стен здания отопительные приборы, которые устанавливаются на внутренних стенах облегчённых конструкций, монтируют на специальных кронштейнах, приваренных к металлической планке, крепящейся к ограждению на сквозных болтах (рис. 24,б) или на металлических подставках, крепящихся шурупами к полу (рис. 24,в). При количестве секций до 10 устанавливают две подставки, при количестве секций более 10 – три подставки. При установке радиатора на подставках во избежание опрокидывания его верх

должен быть прикреплён к стене. Для пробивки отверстий в стенах под кронштейны рекомендуется применять электрические или пневматические отбойные молотки, строительно-монтажные пистолеты и электродрели. Использование строительно-монтажного пистолета значительно облегчает установку средств крепления. С помощью патрона дюбель выстреливается в стену, прочно застревая в ней. Конструктивно это может быть дюбель, в который ввинчивают шуруп, закрепляющий деталь (рис. 25,а), а также дюбель-гвоздь (рис. 25,б) и дюбель-винт (рис. 25,в).

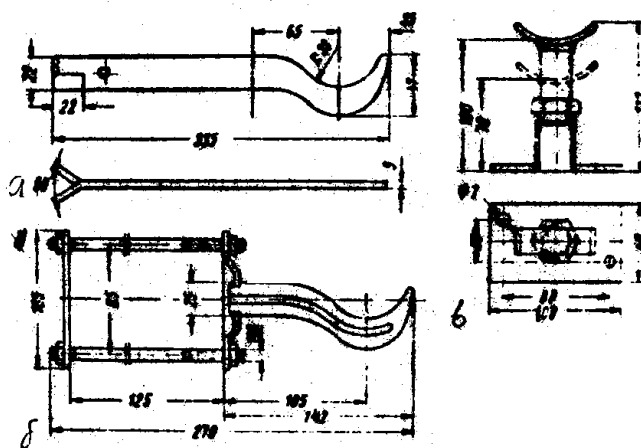


Рис. 24 - Кронштейны и подставки для крепления и установки радиаторов:
а–обычный кронштейн; б–кронштейн для крепления на сквозных болтах; в–
подставка (регулируемая)

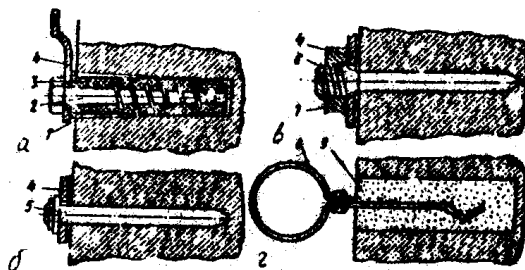


Рис. 25 - Способы крепления к строительным конструкциям: а–винтом с дюбелем; б–дюбель-гвоздем; в–дюбель-винтом; г–цементным раствором; 1–гнездо; 2–винт(шуруп) 3–дюбель; 4–закрепляемая деталь; 5–дюбель-гвоздь; 6–дюбель-винт; 7–гайка; 8–хомут; 9–цементный раствор

Дюбели могут быть пластмассовые и металлические, в зависимости от осевой нагрузки, создаваемой массой закрепляемой детали.

4. Монтаж отопительных приборов

Основное условие, обеспечивающее правильную установку отопительных приборов, а следовательно, и качественный монтаж системы центрального отопления - правильная установка кронштейнов под радиаторы.

Установка кронштейнов зависит от качества разметки отверстий, которую рекомендуется выполнять с помощью шаблона. Простейший шаблон сделан из листа фанеры с просверленными в нём отверстиями. Шаблон прикладывают верхним ребром к низу подоконной доски, после чего производят разметку. Количество кронштейнов, необходимое для установки отопительных приборов, определяют из расчета один кронштейн на 1 м² поверхности прибора, но не меньше трёх на радиатор, состоящий из трёх и более секций. Кронштейн устанавливают под шейками радиаторов. Масса радиаторов воспринимается только нижними кронштейнами, верхние кронштейны удерживают прибор от опрокидывания. Кронштейны заделывают в стену цементным раствором (одна часть цемента на три части песка).

Монтаж чугунных радиаторов выполняют в следующей последовательности:

- 1) разметка мест установки этаже стояков;
- 2) разметка кронштейнов;
- 3) установка кронштейнов;
- 4) установка радиаторов;
- 5) установка этажестояков;
- 6) сварка стыков.

Монтаж стальных радиаторов происходит в такой последовательности:

- 1) установка панели по предварительной разметке;
- 2) крепление панели к стене;
- 3) сварка стыков.

Последовательность монтажа конвекторов "Комфорт - 20":

- 1) разметка и установка креплений;
- 2) установка конвектора;
- 3) присоединение теплопроводов;
- 4) установка лицевой панели.

Контрольные вопросы

1. Где размещают отопительные приборы?
2. Как производится присоединение отопительных приборов к теплопроводам?
3. С учетом каких факторов выбирают тип приборов?
4. Последовательность монтажа радиаторов.
5. Последовательность монтажа конвекторов.

Лекция 11

Общая технология монтажа центрального отопления.

Система воздушного отопления

1. Монтаж систем центрального отопления.
2. Требования к качеству монтажа системы отопления.
3. Система воздушного отопления.

1. Монтаж систем центрального отопления (ЦО)

Техническая документация. По существующим правилам заказчик должен передать подрядчику техническую документацию строящегося объекта не меньше чем за 6 месяцев до начала строительства. Полученная монтажным управлением техническая документация после регистрации передаётся главному инженеру, который рассматривает её, намечает план производства работ (ППР) на объекте с учетом максимальной индустриализации работ и накладывает визу «К производству работ». После этого она поступает в производственно-технический отдел, где её анализируют, выявляют допущенные проектировщиками ошибки, устраняют неточности, согласовывают с заказчиком и проектировщиками замену отдельных деталей, проверяют соответствие чертежей СНиП и техническим условиям на производство работ, увязывают запроектированные санитарно-технические устройства со строительными конструкциями и другими коммуникациями. Составляют производственные калькуляции для последующей выдачи нарядов на производство работ, определяют потребность в рабочей силе и механизмах. Составляют перечень смежных строительных работ, связанных с выполнением монтажных работ, например, устройство отверстий в строительных конструкциях, каналов, борозд, траншей, выпусков и т.д. После этого документацию передают в группу подготовки производства (ГПП).

Для монтажа СО необходима следующая техническая документация, входящая в состав рабочего проекта:

1) поэтажные планы с указанием мест расположения нагревательных приборов и их размеров, стояков и горизонтальных теплопроводов, планы подвала или чердака с указанием расположения подающих и обратных трубопроводов и их диаметров, а также воздухоотборников и расширительного бака;

2) аксонометрическая схема системы ЦО, на которой указываются отметки осей теплопроводов, их уклоны и диаметры, длины горизонтальных участков при наличии разрывов, обозначены стояки, запорно-регулирующая арматура, отопительные приборы и др. элементы системы;

3) чертежи ввода и схемы присоединения системы к теплосети при теплоснабжении от ТЭЦ или районных котельных, при наличии местной котельной – план, разрез и схема котельной с указанием типов котлов, насосов, электродвигателей, вентиляторов и др. оборудования; планы фундаментов с указанием диаметров труб котельной.

Планы и схемы проекта выполняют в масштабе М 1/100; 1/200, отдельные детали М 1/20; 1/10.

Подготовка объекта под монтаж.

Строящийся объект можно считать готовым к монтажу СО, если на нем выполнены следующие работы:

- 1) смонтированы междуэтажные перекрытия и лестничные марши;
- 2) пробиты отверстия в стенах и перекрытиях, подготовлены борозды и каналы для прокладки трубопроводов;
- 3) оштукатурены ниши и участки стен в местах установки отопительных приборов и прокладки трубопроводов;
- 4) нанесены отметки чистого пола на стенах трудносмываемой краской;

- 5) установлены оконные коробки и подоконные доски;
- 6) подведены электросиловые линии для подключения механизмов и инструментов;
- 7) подготовлены основания под водонапорные и расширительные баки, венткамеры и установлены фундаменты под котлы, вентиляторы, насосы;
- 8) обеспечено освещение рабочих мест, доступ к ним рабочих. Возможность доставки к ним материалов, изделий и монтируемого оборудования;
- 9) подготовлены леса и подмости для работы на высоте;
- 10) застеклены оконные проемы и утеплены помещения для работы в осенне-зимний период;
- 11) подготовлены монтажные проёмы для перемещения монтируемого крупногабаритного оборудования;
- 12) выделено место для складирования материалов, сантехзаготовок и оборудования;
- 13) имеется кладовая для хранения малогабаритных материалов, инструментов, инвентаря.

Работы по монтажу систем центрального отопления выполняют в следующей последовательности:

1. Ознакомление с проектной документацией.
2. Размещение мест прокладки трубопроводов.
3. Компоновка и подноска материалов, трубозаготовок и изделий.
4. Прокладка магистральных трубопроводов.
5. Установка воздухоотделителей.
6. Установка отопительных приборов (разметка, установка средств крепления, навешивание приборов).
7. Прокладка стояков и подводок к отопительным приборам, присоединение стояков к магистральным трубопроводам.
8. Гидравлическое испытание трубопроводов.
9. Проверка на прогрев отопительных приборов с регулировкой.
10. Сдача смонтированной системы заказчику.

2. Основные требования к качеству монтажа системы ЦО:

- точное соответствие проекту и техническим условиям всех её элементов;
- герметичность соединений;
- прочность креплений элементов;
- исправность действия запорно-регулирующей арматуры;
- обеспечение свободного наполнения системы водой и её опорожнения, а также свободного удаления из неё воздуха.

3. Система воздушного отопления - это комплекс инженерных устройств, предназначенных для подачи нагретого воздуха в обогреваемое помещение с целью возмещения теплопотерь этого помещения. Воздух, нагретый до более высокой температуры, чем воздух в помещении, поступает в помещение, смешивается с внутренним воздухом и передает ему то количество теплоты, которое необходимо для восполнения теплопотерь помещения.

Классификация систем воздушного отопления

Системы воздушного отопления подразделяют по следующим признакам:

- 1) по виду первичного теплоносителя, нагревающего воздух, они бывают паровоздушные, водовоздушные и газовоздушные;
- 2) по способу циркуляции нагретого воздуха на:
 - гравитационные(естественные), в которых движение воздуха происходит за счет разности плотностей нагретого и холодного воздуха;
 - искусственные, в которых движение воздуха происходит под давлением, создаваемым вентилятором;
- 3) по месту приготовления нагретого воздуха они бывают:
 - централизованные, в которых подача нагретого воздуха осуществляется в разные помещения из единого центра, где происходит его приготовление;
 - децентрализованные или местные, в которых нагрев и подача нагретого воздуха осуществляется в одном и том же помещении местными отопительными и отопительно-вентиляционными агрегатами.
- 4) По качеству воздуха, подаваемого в помещения они бывают:
 - приточные, работающие только на наружном воздухе (рис. 26,а);
 - с полной рециркуляцией, в которых происходит перемещение одного и того же воздуха (рис. 26,б);
 - с частичной рециркуляцией (рис. 26,в).

В жилых зданиях применяют приточные системы воздушного отопления, в общественных и промышленных зданиях – преимущественно с частичной рециркуляцией. Рециркуляция воздуха совершенно недопустима в помещениях, в воздухе которых содержатся болезнетворные микроорганизмы и сильнодействующие ядовитые вещества, а также в помещениях, где возможна концентрация вредных веществ выше допустимой. Кроме того, применение полной или частичной рециркуляции не разрешается в производственных зданиях с высокой степенью пожароопасности.

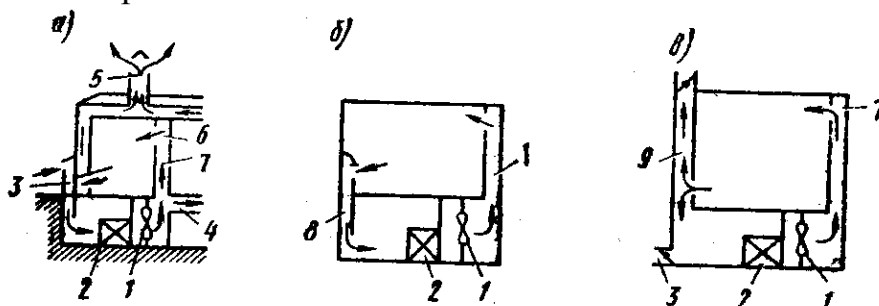


Рис. 26 - Схемы систем воздушного отопления:

- 1–вентилятор; 2–камера; 3–шахта или канал для забора наружного; 4–вытяжное отверстие; 5–вытяжная сборная шахта; 6–отверстие для приточного воздуха; 7–канал для подачи нагретого воздуха; 8–канал для рециркуляционного воздуха; 9–канал для удаления воздуха из помещения в атмосферу

Контрольные вопросы

1. Какая необходима техническая документация, входящая в состав рабочего проекта для монтажа СО, последовательность её прохождения по инстанциям монтажной организации?

2. В каком случае строящийся объект можно считать готовым с монтажу СО?
3. В какой последовательности выполняются работы по монтажу систем центрального отопления?
4. Какие предъявляются требования к качеству монтажа системы ЦО?
5. Назначение и классификация систем воздушного отопления.

Лекция 12

Общие сведения о вентиляции

1. Гигиенические основы вентиляции.
2. Воздухообмен в помещении. Определение расхода воздуха по кратности и вредности.

1. Современные условия жизни человека требуют эффективных искусственных средств оздоровления воздушной среды. К факторам, вредное действие которых устраняется системой вентиляции, относятся:

- избыточные тепло- и влаговыведения, газы и пары химических веществ общетоксичного или раздражающего действия, токсичная и нетоксичная пыль, радиоактивные вещества.

Источники образования вредных веществ в помещениях

Избыточные тепловыделения.

Избыточное количество теплоты может поступать в помещение от печей, нагретого оборудования, нагретой поверхности трубопроводов, солнечной радиации, а также людей.

Теплота, выделяемая организмом человека, подразделяется на “скрытую” и “явную”. Под “явным” тепловыделением понимается только та часть теплоты, выделяемая организмом человека, которая непосредственно влияет на повышение температуры воздуха в помещении (теплообмен конвекцией и излучением). Под “скрытой” теплотой понимается часть теплоты, выделяемая организмом человека, которая идет на испарение влаги. Сумма явной и скрытой теплоты характеризует теплоту, выделяемую человеком в окружающую среду.

В помещениях, где бывает много людей (зрелищные предприятия, магазины, кафе и т.д.), тепловыделения создают неблагоприятные условия, вредно отражающиеся на самочувствии, здоровье и работоспособности человека.

В цехах и отделах промышленных предприятий избыточная теплота возникает при значительных тепловыделениях машинами, станками, производственной аппаратурой, различными печами, трубопроводами, нагретыми изделиями, остывающими в помещении, людьми, от солнечной радиации и других источников теплоты. При отсутствии вентиляции перечисленные и другие тепловыделения значительно повышают температуру воздуха и затрудняют процесс терморегуляции в организме человека, кроме того, они могут отрицательно влиять на технологический процесс производства.

При расчёте систем вентиляции поступление теплоты за счёт теплопередачи окон не учитывается. Теплоступления от солнечной радиации обычно учитываются в тепловом балансе помещений при наружной температуре + 10 °С и вы-

ше. Солнечная радиация через стены не учитывается. За расчётное количество теплоты, поступающей в помещение за счёт солнечной радиации, принимается большая из двух следующих величин: а) теплоступления через остеклённую поверхность, расположенную в одной стене, вместе с теплоступлением через покрытие и фонарь или б) 70% теплоступления через остеклённые поверхности, расположенные в двух взаимно перпендикулярных стенах помещения, включая теплоту, поступающую через облучаемые поверхности фонаря и покрытия.

Влаговывделение. В общественных зданиях избыточное содержание водяных паров в воздухе происходит при большом скоплении людей в помещении. Сочетание повышенной температуры и относительной влажности помещения (согласно СнИПу по отоплению и вентиляции относительная влажность в помещении не должна превышать 65%) ведет к накоплению теплоты в организме человека, так как при этом сочетании параметров у человека уменьшается теплоотдача испарением.

При низкой температуре внутреннего воздуха и повышенной влажности помещения происходит переохлаждение организма человека, поскольку при таком сочетании параметров кожа человека становится более теплопроводной. В зданиях коммунального и производственного назначения избыточное влаговывделение происходит с открытой водной поверхности (бассейны, бани, прачечные). При уменьшении температуры воздуха в помещении ниже точки росы водяные пары конденсируются на поверхности ограждающих конструкций, что вызывает их преждевременное разрушение.

Газовывделение. Содержание газов, паров и пыли не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК).

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны” ПДК - это концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8-ми часов или другой продолжительности, но не более 41-го часа в неделю, не вызывают за весь период работы заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека, обнаруживаемые современными методами исследования в процессе работы или в отдалённые периоды жизни настоящего и последующих поколений.

По степени воздействия на организм человека все вредные вещества можно разделить на четыре класса: 1 – чрезвычайноопасные; 2 – высоко- опасные; 3 – умеренноопасные; 4 - малоопасные.

Пыль в определенных концентрациях, находящаяся в воздухе, также вредно действует на организм человека, особенно содержащая двуокись кремния, асбестовую пыль, а также пыль ядовитых веществ (окись свинца). При этом мельчайшие частички свинцовой пыли постепенно накапливаются в организме человека, вызывая хроническое отравление. Вредность пыли зависит также от её крупности и формы. Чем мельче пыль и острее её форма, тем глубже она может проникнуть в легкие человека, вызывая их заболевания.

Очень важным показателем санитарного состояния воздуха в помещениях является количество находящихся в нём микроорганизмов. Число их увеличивается при загрязнении воздуха пылью. Воздух считается загрязнённым, если в 1 м³ находится более 4500 микроорганизмов.

Загрязнения радиоактивными веществами подобны обычным химическим загрязнениям, но по воздействию на организм человека они более токсичны и могут вызвать радиоактивное поражение.

2. Воздухообменом называется полная или частичная замена воздуха, содержащего вредные вещества, чистым атмосферным воздухом.

Кратностью воздухообмена называется количество подаваемого в помещение или удаляемого из него воздуха за 1 час, отнесенного к его внутренней кубатуре, т.е.

$$\pm Kp = L/V_n, \quad (1)$$

где Kp – кратность воздухообмена, со знаком (+) считается воздухообмен по притоку, со знаком (-) – по вытяжке. определяемая для разных категорий зданий и помещений по справочной литературе;

L – расход воздуха в помещении, м³/ч;

V_n – объем помещения, м³.

Если говорят, что кратность воздухообмена равна, например +3 и -4, то это значит, что в помещение за 1 ч подаётся трёхкратное и удаляется четырёхкратное к объёму помещения количество воздуха.

Решив уравнение (1) относительно L , получим выражение для определения объёма притока или вытяжки при общеобменной вентиляции:

$$L = Kp V_n. \quad (2)$$

В помещениях с избыточным тепло-, влаго- или газовыделением необходимый воздухообмен определяют по формулам:

при тепловыделениях

$$L = \frac{Q}{c\rho(t_y - t_n)}, \quad (3)$$

где Q – избыточные тепловыделения в помещении, Вт/ч;

c – теплоемкость воздуха, кДж/кг·°С;

ρ – плотность воздуха;

t_y – температура внутреннего воздуха, удаляемого из помещения, °С;

t_n – температура наружного (приточного) воздуха.

при газовыделении:

$$L = G/(B_g - B_n), \quad (4)$$

где G – газовыделение в помещении, л/ч;

B_g – предельно допустимое содержание газа в воздухе помещения, л/м³;

B_n – содержание газа в наружном воздухе;

при влаговыведениях:

$$L = \frac{D}{(d_g - d_n)\rho}, \quad (5)$$

где D - влаговыделение в помещении, г/ч;
 d_e - влагосодержание внутреннего воздуха, г/кг;
 d_y - влагосодержание наружного воздуха, г/кг;
 ρ - плотность воздуха, кг/м³.

Контрольные вопросы

1. Назовите источники образования вредных веществ в помещениях.
2. Что называется воздухообменом и кратностью воздухообмена?
3. Определение расхода воздуха по кратности и вредностям.

Лекция 13

Классификация систем вентиляции. Естественная вентиляция

1. Классификация систем вентиляции.
2. Принципиальная схема канальной системы естественной вентиляции.
3. Конструктивные элементы естественной канальной вентиляции.

1. Все системы вентиляции классифицируют по следующим признакам:

1) по назначению системы вентиляции подразделяются на приточные и вытяжные. Системы вентиляции, подающие в помещение определенное количество воздуха, подогреваемого в холодный период года, называются приточными.

Системы вентиляции, удаляющие из помещения загрязнённый воздух, называются вытяжными;

2) по способу подачи в помещение чистого воздуха и удалению из него загрязненного воздуха системы вентиляции подразделяют на: естественные (неорганизованные и организованные) и механические (искусственные).

Под неорганизованной естественной системой вентиляции понимают воздухообмен в помещении, происходящий за счет разности давлений внутреннего и наружного воздуха и действия ветра через неплотности ограждающих конструкций, а также при открывании форточек, фрамуг и дверей.

Воздухообмен, происходящий за счет разности давлений внутреннего и наружного воздуха, но через специально устроенные в наружных ограждениях фрамуги, степень открытия которых регулируется, называется организованной естественной вентиляцией или аэрацией зданий.

Под механической вентиляцией понимают воздухообмен, происходящий под действием давления, создаваемого вентилятором. Этот способ воздухообмена более эффективен, так как воздух предварительно может быть очищен от пыли и доведен до требуемой температуры и влажности;

3) по способу организации воздухообмена в помещении системы вентиляции могут быть: общеобменные; местные (локальные); смешанные (комбинированные); аварийные и противодымные.

Общеобменная система вентиляции предусматривается для создания одинаковых условий и параметров воздушной среды (температуры, влажности и подвижности воздуха) во всем объеме помещения, главным образом в рабочей зоне помещения ($H=1,5-2$ м от пола), когда вредные вещества распростра-

няются по всему объему помещения и нет возможности их уловить в месте образования (рис. 27,а).

Местная вытяжная система вентиляции применяется в том случае, если в помещение поступают опасные вещества, которые не должны распространяться по всему объему помещения и которые должны локализоваться в местах образования. Местная приточная система вентиляции используется в тех случаях, когда происходит сосредоточенная подача (струя) воздуха на рабочие места (например, возле нагретого оборудования или печей). Примером такой вентиляции может служить воздушный душ (рис. 27,б).

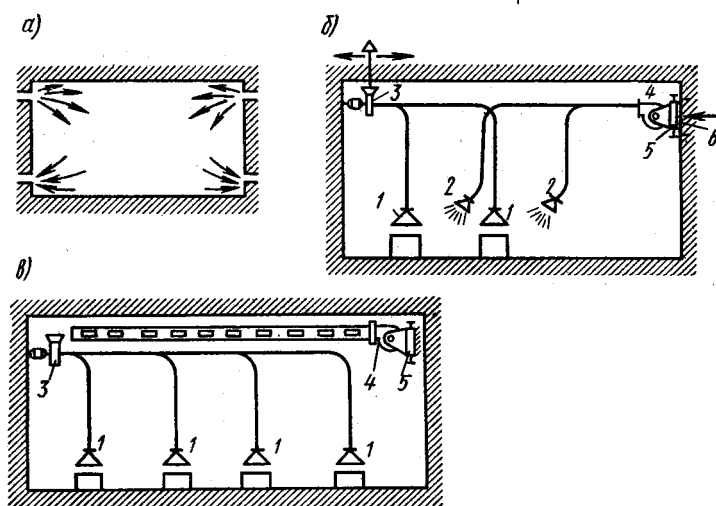


Рис. 27 - Схемы систем вентиляции:

1-зонт вытяжной; 2-воздушный душ; 3-вентилятор для удаления вредных; 4-вентилятор для подачи чистого воздуха; 5-калорифер; 6-жалюзийная решётка

Комбинированная (смешанная) система вентиляции применяется в производственных зданиях, где необходимо улавливание вредности в местах их образования и удаления с помощью местной вытяжной системы, а приток осуществляется через естественную организованную или неорганизованную вентиляцию.

На рис. 27. в изображена комбинированная система, в которой приток воздуха осуществляется с помощью вентилятора 4, а удаление образующихся вредных происходит непосредственно над рабочим местом, которые сначала поступают в вытяжной зонт 1, или устраиваются специальные вытяжные шкафы. Затем они отводятся по сборному воздуховоду к вентиляционному агрегату 3 и выбрасываются в атмосферу.

Аварийная система вентиляции устанавливается в производственных помещениях, где возможен неожиданный выброс чрезвычайно опасных вредных веществ в количествах, значительно превышающих ПДК с целью их быстрого удаления.

Противодымная система устанавливается в производственных зданиях, где применяются технологии с повышенной пожароопасностью, и служит для обеспечения эвакуации людей. С помощью этой системы подается необходимое количество воздуха, препятствующего распространению дыма в помещении. Система работает в начальной стадии пожара.

2. Естественная канальная система вентиляции представляет собой сеть каналов, проложенных внутри стен здания или приставных каналов, в которых движение воздуха происходит за счет разности давлений внутреннего и наружного воздуха. Вытяжная канальная система применяется для вентиляции жилых и общественных зданий, где требуется не более чем однократный воздухообмен.

Для преодоления сопротивления движения воздуха по каналам и вытяжным шахтам используется естественное располагаемое давление, величину которого определяют по формуле

$$P_p = h_i \cdot g (\rho_n - \rho_v), \quad (5)$$

где h_i - высота воздушного столба, равная разности отметок оси нижней жалюзийной решетки и отметки устья вытяжной шахты;

ρ_n и ρ_v - плотности наружного и внутреннего воздуха;

g - ускорение свободного падения.

Естественная канальная вытяжная система вентиляции (рис.28) состоит из вертикальных внутристенных или приставных каналов с отверстиями, закрытыми воздухозаборными или жалюзийными решётками, сборных горизонтальных воздухопроводов и вытяжной шахты. Загрязнённый воздух из помещения поступает через решетку вертикального канала, затем в сборный канал и через вытяжную шахту удаляется в атмосферу. Для усиления вытяжки на конце вытяжной шахты устанавливается дефлектор.

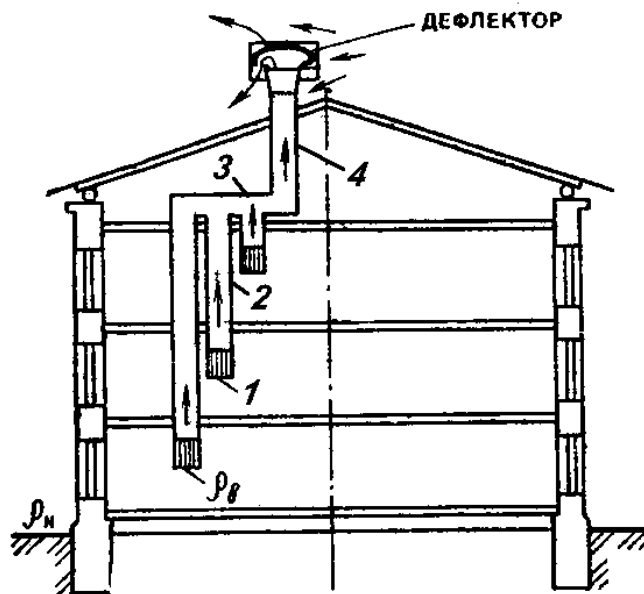


Рис. 28 - Схема естественной вытяжной канальной вентиляции: 1- воздухозаборное отверстие, на котором расположена жалюзийная решетка; 2- вертикальный канал; 3-горизонтальный сборный канал; 4-вытяжная шахта; 5- дефлектор

Принцип работы дефлектора основан на использовании энергии ветра, т.е. ветрового давления. Воздушный поток, ударяясь о фронтальную стену кол-

пака дефлектора и обтекая его, создает по всему его периметру разрежение, что усиливает вытяжку воздуха из шахты. Вытяжные каналы проектируются отдельно для каждого помещения. При высоте зданий выше пяти этажей с целью сокращения площадей, занимаемых каналами, допускается объединение каналов в один сборный. Количество удаляемого из помещений воздуха регулируется жалюзийными решётками в вытяжных отверстиях, а также дроссель-клапанами, устанавливаемыми в сборном воздуховоде и в шахте.

3. Каналы и воздуховоды. В настоящее время для устройства естественной канальной вентиляции применяются специальные вентиляционные панели или блоки с каналами круглого, прямоугольного или овального сечения (наиболее рационально круглое сечение, так как при той же площади имеет меньший периметр, а следовательно, и меньшую величину сопротивления трению). В крупнопанельных зданиях вентиляционные каналы устраивают в виде специальных блоков или панелей из бетона, железобетона и других материалов. Вентиляционные блоки для зданий с числом этажей до пяти проектируют с индивидуальными каналами для каждого этажа. При высоте зданий выше пяти этажей с целью сокращения площадей, занимаемых каналами, допускается объединение каналов (с перепуском через один или несколько этажей) в один сборный канал большого сечения, к которому подключаются вертикальные каналы этажей. Устройство самостоятельных каналов из каждого помещения обеспечивает пожарную безопасность вентиляционных систем, звукоизоляцию и выполнение санитарно-гигиенических требований.

При наличии в зданиях внутренних кирпичных стен вертикальные каналы устраивают в толще кирпича во внутренних стенах здания. Минимальный размер вентиляционного канала $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича (140×140 мм). Толщину стенок канала принимают не менее $\frac{1}{2}$ кирпича. В наружных стенах каналы не устраивают. При отсутствии внутренних кирпичных стен делают приставные каналы из блоков или плит, минимальный их размер 100×150 мм. Приставные воздуховоды (каналы) в помещениях с нормальной влажностью обычно выполняют из гипсо-шлаковых или гипсоволокнистых плит, а в зданиях с повышенной влажностью - из бетонных или шлакобетонных плит толщиной 35-40 мм. Приставные воздуховоды устраивают, как правило, у внутренних строительных конструкций: они могут размещаться у перегородок или компоноваться со встроенными шкафами. Горизонтальный сборный канал прокладывают по чердаку здания или над потолком верхнего этажа в бесчердачных зданиях. При устройстве промежуточного сборного канала горизонтальный сборный канал прокладывают по коридорам или лестничным клеткам. При этом канал совмещают с подшивным потолком. Минимальный размер горизонтального сборного канала - 200×200 мм.

Жалюзийные решетки устанавливают в местах забора или раздачи воздуха для регулирования количества поступающего или удаляемого через отверстия воздуха. Конструкция жалюзийных решеток зависит от назначения и архитектурно - планировочных решений помещений. В помещениях с повышенными архитектурными требованиями устанавливают декоративные решетки сложной формы. При этом они бывают с подвижными и неподвижными перья-

ми жалюзи. В газифицированных кухнях устанавливают нерегулируемые решетки для обеспечения постоянного расхода удаляемого воздуха.

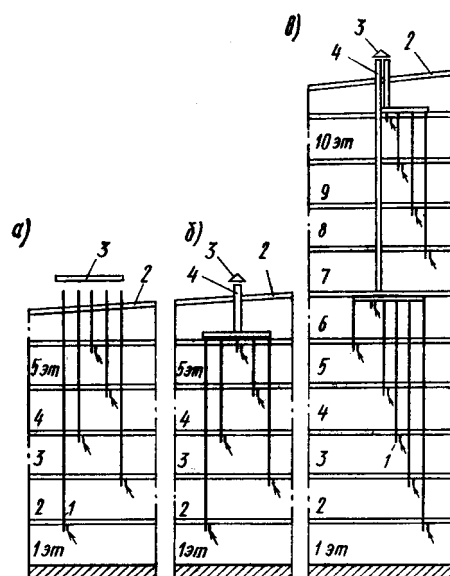


Рис. 29 - Схема вытяжных каналов жилых зданий: а—раздельные каналы; б—каналы, объединённые на чердаке здания; в—каналы, объединённые в этаже и на чердаке; 1—жалюзийная решётка; 2—крыша; 3—зонт; 4—сборная вытяжная шахта

Вытяжные шахты. Согласно правилам пожарной безопасности в жилых и общественных зданиях высотой до пяти этажей запрещается присоединять к одному вытяжному каналу помещения, расположенные в различных этажах здания (см. рис. 29).

В зданиях высотой более пяти этажей допускается объединение отдельных вертикальных вытяжных каналов из каждой четырёх-пяти этажей в один горизонтальный сборный магистральный канал. Шахта выводится на 0,5 - 1,5 м выше уровня кровли в месте прохода шахты, на её устье устанавливается зонт для предотвращения попадания в шахту влаги.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под естественной и механической вентиляцией?
2. Какой может быть вентиляция по способу организации воздухообмена?
3. Схема и принцип действия естественной канальной вентиляции.
4. Из каких материалов изготавливают и где устанавливают каналы и воздуховоды канальной вентиляции?
5. Где устанавливают жалюзийные решётки?
6. Какие бывают схемы компоновки вытяжных каналов жилых зданий?

Лекция 14

Механическая вентиляция. Монтаж системы вентиляции

1. Основные элементы и принцип действия общеобменной системы вентиляции.
2. Конструктивные элементы механической системы вентиляции.
3. Монтаж системы вентиляции.

1. Поскольку радиус действия естественной канальной вентиляции не превышает 8 м, её применяют только для создания вытяжки, притока используемой механической системы вентиляции.

Преимущества механической вентиляции:

1) её работа не зависит от скорости движения воздушных масс, ветрового давления, а также от метеоусловий (температурных колебаний наружного воздуха и его давления);

2) имеет большой радиус действия (подаваемый и удаляемый воздух можно перемещать на значительные расстояния);

3) обеспечивает более высокое качество подаваемого воздуха, так как перед подачей в помещение воздух предварительно может быть очищен от пыли и доведен до требуемой температуры и влажности.

Недостатки механической вентиляции:

1) высокие первоначальные затраты при монтаже системы;

2) сложность монтажа оборудования;

3) высокие эксплуатационные расходы;

4) большой расход электроэнергии.

Приточные системы механической вентиляции состоят из следующих конструктивных элементов: 1) воздухоприёмного устройства, через которое наружный воздух поступает в приточную камеру; 2) приточной камеры с оборудованием для обработки воздуха и подачу его в помещения; 3) сети каналов и воздухопроводов, по которым воздух вентилятором распределяется по отдельным вентилируемым помещениям; 4) приточных отверстий с решётками или специальных приточных насадок, через которые воздух из приточных каналов поступает в помещения; 5) регулирующих устройств в виде дроссель-клапанов, устанавливаемых в воздухоприёмных устройствах, на ответвлениях воздухопроводов и в каналах.

Вытяжные системы механической вентиляции состоят из таких элементов: 1) жалюзийных решёток и специальных насадок, через которые воздух из помещений поступает в вытяжные каналы; 2) вытяжных каналов, по которым воздух, удаляемый из помещений транспортируется в сборный воздухопровод; 3) сборных воздухопроводов, соединённых с вытяжной камерой; 4) вытяжной камеры, в которой установлен вентилятор с электродвигателем; 5) оборудования для очистки воздуха, если удаляемый воздух сильно загрязнён; 6) вытяжной шахты, служащей для отвода в атмосферу воздуха, удаляемого из помещений; 7) регулирующих устройств.

На рис. 30 приведена схема приточно-вытяжной вентиляции общественного здания. Поступление наружного воздуха происходит через жалюзийную решётку 1 на воздухозаборном устройстве 2. Затем воздух через утеплённый клапан 3 поступает на фильтр 4, проходя через который, он очищается от пыли и попадает в калорифер 5, где происходит его нагрев до требуемой температуры в зимнее время, затем под давлением, создаваемым вентилятором 6, воздух попадает в каналы и воздухопроводы 7. Раздача воздуха в помещения здания происходит через приточные жалюзийные решётки 8, устанавливаемые на отверстия в каналах 7.

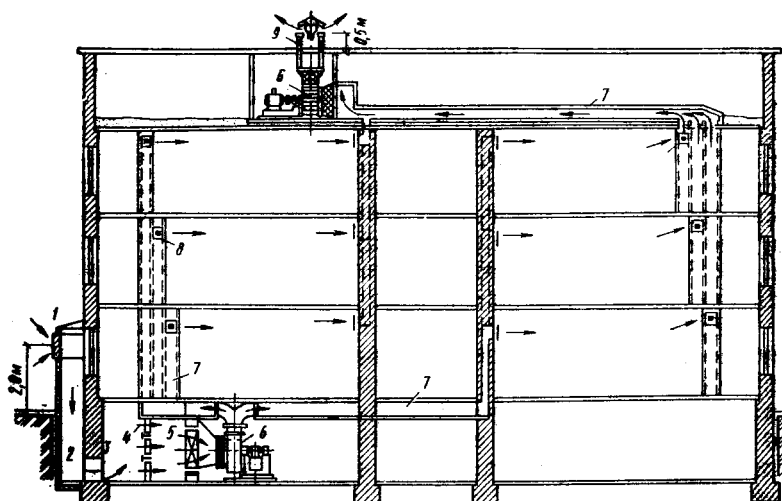


Рис. 30 - Схема приточно-вытяжной вентиляции общественного здания: 1-жалюзийная решётка; 2-воздухозаборное устройство; 3-утеплённый клапан; 4-фильтр; 5-калорифер; 6-вентилятор; 7-каналы и воздуховоды; 8-жалюзийные решётки, приточные и вытяжные; 9-вытяжная шахта

Удаление загрязнённого воздуха из помещения происходит через вытяжные жалюзийные решётки 8. Затем воздух по каналам и воздуховодам 7 поступает на вентилятор 6, который выбрасывает загрязнённый воздух через вытяжную шахту 9 в атмосферу.

2. Вентиляторы применяют для транспортировки воздуха по системам воздуховода под требуемым давлением. По принципу действия и назначению вентиляторы подразделяются на радиальные или центробежные и осевые.

Радиальные или центробежные вентиляторы состоят из трёх основных частей (рис. 31): рабочего колеса с лопатками (иногда называемого ротором), улиткообразного кожуха и станины с валом, шкивом и подшипниками.

Работа радиального вентилятора заключается в следующем: при вращении рабочего колеса воздух поступает через входное отверстие в канале между лопатками рабочего колеса, создается центробежная сила, под действием которой воздух поступает в осевом направлении к выходному отверстию, к которому присоединен воздуховод. Из вентилятора воздух выходит в направлении, перпендикулярном к оси.

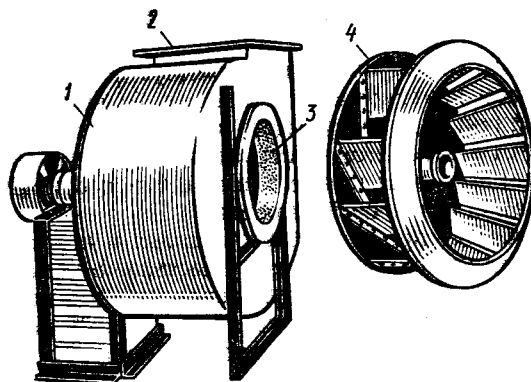


Рис. 31 - Радиальный (центробежный) вентилятор: 1-кожух; 2-выходное отверстие; 3-входное отверстие; 4-рабочее колесо

По назначению вентиляторы подразделяют на: вентиляторы общего назначения (в обычном исполнении) – для перемещения чистого и мало запыленного воздуха с температурой до 80°С; в коррозиостойком исполнении - для передвижения газообразных коррозиоактивных сред; в искрозащитном исполнении - для перемещения взрывоопасных и легковоспламеняющихся сред; пылевые - для передвижения воздушных масс, содержащих пыль и другие примеси в количестве более 100 мг/м³.

По создаваемому давлению вентиляторы подразделяют на:

- низкого давления (до 1000 МПа);
- среднего давления (до 3000 МПа);
- высокого давления (свыше 3000 МПа).

Простейший осевой вентилятор (рис.32) состоит из рабочего колеса, закреплённого на втулке и насаженного на вал электродвигателя и кожуха (обечайки), назначение которого создавать направленный поток воздуха. При вращении колеса возникает движение воздуха вдоль оси вентилятора, что и определяет его название.

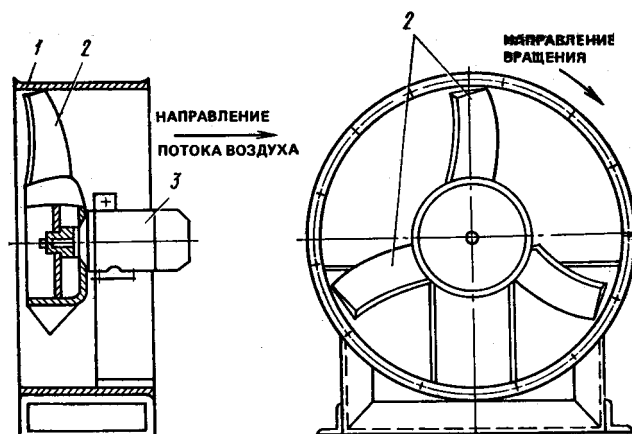


Рис. 32 - Осевой вентилятор:

1 – обечайка; 2 – лопасти рабочего колеса; 3 - электродвигатель

Осевой вентилятор по сравнению с радиальным создаёт большой шум и не способен преодолевать при перемещении воздуха большие сопротивления. В жилых и общественных зданиях осевые вентиляторы следует применять для подачи больших объёмов воздуха при давлении не выше 150-200Па. По сравнению с радиальными вентиляторами осевые имеют следующие преимущества конструктивного характера: имеют меньшую массу, компактны, их можно включать непосредственно в сеть воздуховодов.

Крышные вентиляторы представляют собой вентиляционные агрегаты, приспособленные для установки вне помещений на бесчердачном покрытии производственных и общественных зданий вместо большого числа вытяжных шахт. В отличие от обычных вентиляторов вал их имеет вертикальное положение, колёса вращаются в горизонтальной плоскости (рис. 33).

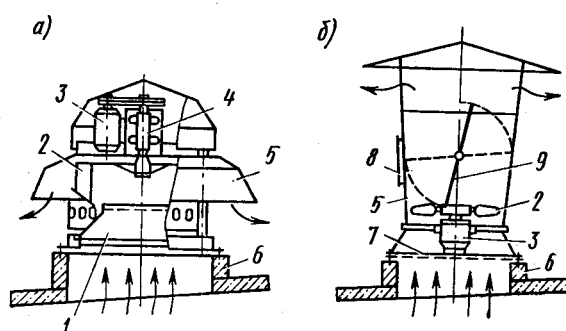


Рис. 33 - Крышные вентиляторы:

а–радиальный ВКР-4; *б*–осевой ЦЗ-04; 1–входной патрубок; 2–рабочее колесо; 3–электродвигатель; 4–подшипники; 5–кожух; 6–железобетонный стакан; 7–предохранительная решётка; 8–люк; 9–самооткрывающийся клапан

Фильтры применяют для очистки воздуха от пыли. Бывают масляные, бумажные и тканевые фильтры, устанавливаемые до калорифера. Наиболее часто используют масляные фильтры типа ФС2 (Ф – фильтр воздушный, С – сетчатый масляный самоочищающийся, 2 – порядковый номер разработки, рис.34), в которых фильтрующий элемент представляет собой четыре бесконечные металлические сетки 4, насаженные на шкив и пропитанные маслом. Шкив приводится в движение электродвигателем 6. При прохождении воздуха на фильтре задерживается пыль, которая затем смывается. При прохождении сеток через масляную ванну осевший слой пыли смывается и оседает на дно масляного бака 2 в виде шлама, который поступает с помощью насоса 1 в шламонакопитель, откуда удаляется.

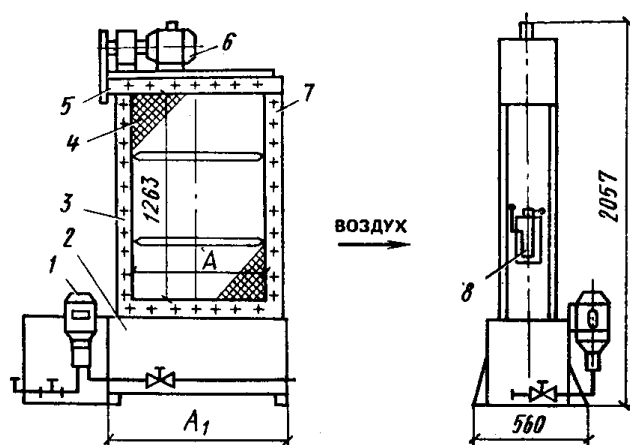


Рис. 34 - Фильтр воздушный сетчатый ФС2:

1-насосная установка; 2-масляный бак; 3-стенка левая; 4-сетка фильтрующая; 5-головка фильтра; 6-головка фильтрующих сеток; стенка правая

Калориферы (рис. 35) предназначены для подогрева воздуха до требуемой температуры.

Водовоздушный калорифер – это теплообменник, в котором по трубам движется нагретая вода, а в межтрубном пространстве - нагреваемый воздух. Применяют преимущественно стальные пластинчатые и биметаллические со

спирально-накатным оребрением калориферы. Оребрение увеличивает площадь поверхности нагрева.

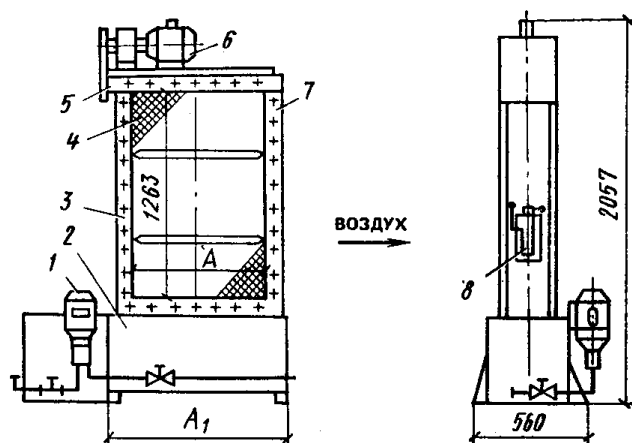


Рис. 35 - Калорифер стальной пластинчатый:

1-присоединительный штуцер; 2-трубка для прохода теплоносителя; 3-трубная решётка; 4-коллекторная крышка; 5-стальные гофрированные пластины по всей длине трубок

Воздухозаборные устройства (рис. 36) представляют собой отверстие в стене или закрытые кирпичные шахты высотой не менее 2 м от уровня земли с воздухозаборным отверстием, на котором находится жалюзийная решетка с неподвижными перьями жалюзи, устанавливаемыми для предотвращения попадания в них птиц, мусора, а также снега и дождя. Устраиваются в незагрязненной и продуваемой зоне с заветренной стороны здания. Расстояние от воздухозаборных устройств до ближайших очагов возможного загрязнения (дымовых труб, мусоросборников, дорог, улиц, складов топлива и т.д.) по горизонтали должно быть не менее 12 м, по вертикали - не менее 6 м. Архитектурная форма воздухозаборной шахты должна быть увязана с внешним оформлением здания.

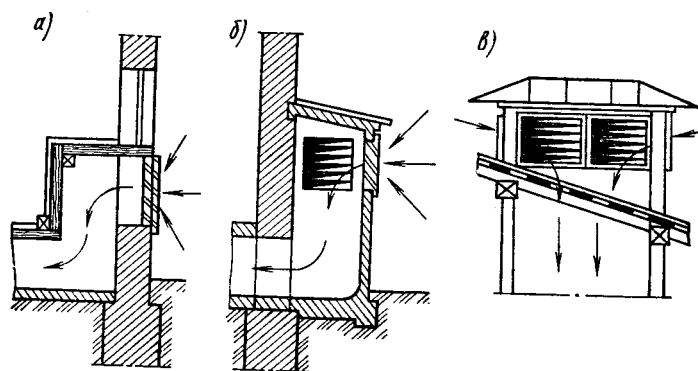


Рис. 36 - Воздухоприёмные устройства:

а-отверстие в стене; б-приставная шахта; в-шахта, выведенная над крышей здания

Воздуховоды. Для устройства механической вентиляции используют воздуховоды из тонкой листовой стали, которые бывают черные - для перемещения чистого воздуха, оцинкованные - для перемещения малозагрязненной среды и нержавеющей стали для перемещения сильнозагрязненной среды.

Радиус действия одной механической системы вентиляции не превышает 25 - 30 м, поскольку при больших расстояниях возрастают потери по длине, что ведет к увеличению расхода материала, а также к установке более мощных вентиляторов с большим расходом электроэнергии.

3. Работы по монтажу систем вентиляции выполняют в определённой последовательности с такими технологическими процессами:

- подготовка объекта под монтажные работы;
- приём и складирование воздуховодов и оборудования;
- комплектование воздуховодов, фасонных частей и вентиляционных деталей;
- подбор и комплектование вентиляционного оборудования;
- сборка узлов и деталей, доставка их к месту монтажа;
- установка средств крепления;
- монтаж оборудования;
- укрупнённая сборка и монтаж магистральных воздуховодов;
- монтаж отдельных деталей систем;
- обкатка (проверка работоспособности) смонтированного оборудования;
- наладка и регулировка систем, сдача их заказчику.

Объект считается готовым под монтаж при наличии строительной готовности перекрытий, лестничных маршей, стен и перегородок, у которых монтируются воздуховоды.

В акте под монтаж систем вентиляции должны быть зафиксированы следующие конструктивные элементы объекта и строительные работы:

а) наличие отверстий в стенах, перегородках и перекрытиях для прокладки воздуховодов, вытяжных и приточных шахт; фундаментов, опорных конструкций и площадок под вентиляционное оборудование в соответствии с проектом. Под установку крышных вентиляторов и дефлекторов должны быть выставлены специальные железобетонные стаканы;

б) наличие монтажных проёмов для вертикального и горизонтального перемещения вентиляционного оборудования, монтаж отверстий в стенах и перекрытиях, обеспечивающих использование монтажных механизмов и приспособлений, проёмов с закладными деталями для установки жалюзийных решёток клапанов и других вентиляционных устройств;

в) оштукатурены стены и потолки в местах прокладки воздуховодов и установлены закладные детали для закрепления подвесок; нанесены отметки чистого пола на строительные конструкции;

г) установлены крепления для крупногабаритных воздуховодов и вентиляционного оборудования (циклонов фильтров и т.п.);

д) смонтированы площадки под вентиляционное оборудование и вентиляционные камеры из строительных конструкций; подготовлены отверстия для анкерных болтов.

К моменту монтажа вентиляционных систем и до окончания монтажных работ должны быть обеспечены:

- а) достаточное освещение помещений;

б) помещение для мастера, бытовки для рабочих, помещения для складов, площадок для хранения вентиляционных заготовок, типовых деталей, материалов и оборудования в зоне действия транспортных средств;

в) снабжение электроэнергией, водой и паром (при необходимости) для производственных и бытовых нужд;

г) пожарная и сторожевая охрана;

д) очистка мест производства работ от строительного мусора.

Акт о готовности объекта подписывают представители заказчика и монтажной организации.

Лекция 15

Газо- и теплоснабжение

1. Схема и принцип действия системы газоснабжения города.

2. Устройство внутренней системы газоснабжения.

3. Система теплоснабжения от районной котельной и ТЭЦ.

1. Система газоснабжения - это комплекс инженерных устройств, предназначенных для добычи газа из газовых или нефтегазовых месторождений; транспортировки газа по газопроводам различного давления и подачи к газовым приборам, установленным внутри зданий.

Схема газоснабжения города.

В системе газоснабжения природные газы, добываемые из газовых или газонефтяных месторождений, транспортируются по газопроводам, прокладываемым под землёй или наземно. Магистральные трубопроводы, по которым газ транспортируется от промысла к городу, представляет собой комплекс сооружений: собственно газопроводы с ответвлениями, компрессорные станции (КС) для перекачки газа и газораспределительные станции (ГРС). Компрессорные станции, находящиеся на расстоянии 120-150 км одна от другой, обеспечивают подачу газа с избыточным давлением до 5 МПа к ГРС, которые являются головными сооружениями при вводе газа в населённый пункт. На ГРС газ проходит через фильтры, регуляторы давления и одорируется, т.е. к газу подмешивают сильнопахнущие вещества. Давление газа, поступающего из ГРС в газораспределительные сети, обычно не превышает 1,2 МПа. По газовым распределительным сетям, проложенным на территории города или другого населённого пункта, газ поступает к потребителям. В зависимости от максимального рабочего давления газораспределительные сети подразделяются на газопроводы высокого, среднего и низкого давления. Газопроводы высокого и среднего давления служат для питания газовых распределительных сетей низкого давления через газорегуляторные пункты (ГРП), а также крупных потребителей газа (промпредприятий, хлебозаводов и т.п.).

По числу ступеней давления, применяемых в газовых сетях, системы газоснабжения подразделяются на двух-, трёх- и многоступенчатые. Применение той или иной схемы определяется величиной населённого пункта, планировкой его застройки, расположением жилой (селитебной) и промышленных зон и расходом газа отдельными потребителями.

В небольших населённых пунктах с малым расходом газа и в средних городах применяют двухступенчатые схемы, а крупных – трёхступенчатые или многоступенчатые, т.к. при больших расходах газа промышленными и коммунально-бытовыми потребителями с подачей его на значительные расстояния работа на низком давлении требует увеличения диаметра газопроводов и затрудняет поддержание необходимого давления у отдалённых от ГРП потребителей.

На рис. 37 приведена трёхступенчатая схема газоснабжения города. Из газового месторождения по трубопроводу 8 газ транспортируется с избыточным давлением 5 МПа. На газопроводе через 120-150 км устанавливают компрессорные станции. Поскольку по мере транспортировки происходят потери давления, в КС газ сжимается и доводится до требуемого давления 5 МПа. По трубопроводу 8 газ поступает в ГРС 1, которая и является главным сооружением при вводе газа в город. Далее газ по магистральному трубопроводу высокого давления 5 поступает с давлением 1,2 МПа в газгольдеры 2 и ГРП среднего давления 3, в котором происходит понижение давления и газ поступает в газопровод низкого давления 7, где есть ответвления для подачи газа потребителю. Газопроводы независимо от давления прокладывают подземно. При выборе трассы газопровода стремятся, чтобы она проходила по возможности дальше от зданий, трубопроводов канализации, работающих неполным сечением, а также теплотрассы. Выдерживаются также расстояния до водопроводных колодцев, трамвайных путей, телефонных колодцев.

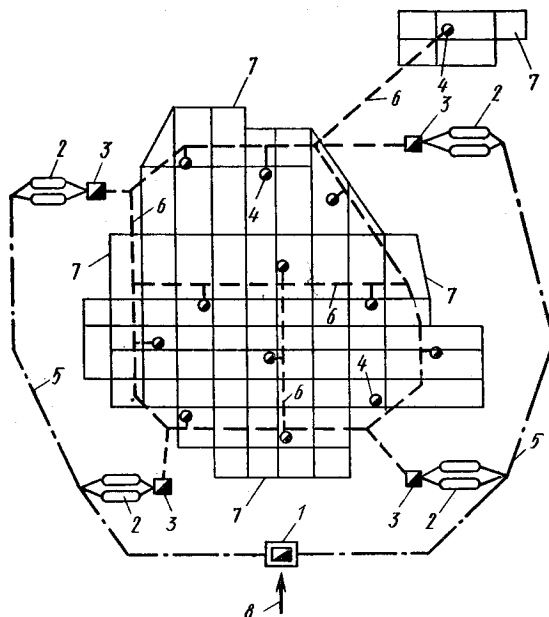


Рис. 37 - Трёхступенчатая схема газоснабжения города:

1–ГРС (газораспределительная станция); 2-газгольдеры (емкости для хранения газа); 3-ГРП (газорегуляторный пункт) среднего давления; 4-ГРП низкого давления; 5-газопровод высокого давления; 6-газопровод среднего давления; 7-газопровод низкого давления; 8-магистральный газопровод высокого давления от газового месторождения

Надземная прокладка допускается по территориям промышленных и коммунальных предприятий, а также внутри жилых кварталов и дворов. Уча-

сток газопровода от отключающей задвижки в газовом колодце на наружной сети газопровода низкого давления до ввода газа в здание называется внутриквартирным или дворовым газопроводом. Участок газопровода от ввода в здание до газового прибора называется внутренним газопроводом.

2. Схема устройства внутренней системы газоснабжения

Вводы газопровода в жилые здания (рис. 38) устраивают в лестничных клетках, кухнях или коридорах.

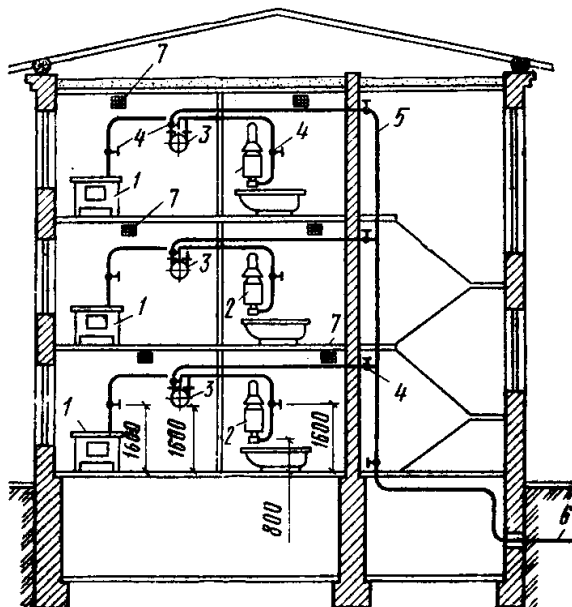


Рис. 38 - Схема внутридомовой газовой сети:

1-газовая плита; 2-газовый водонагреватель (колонка); 3-газовый счётчик; 4-пробочный кран; 5-газовый стояк; 6-ввод газопровода в здание; 7-решетка вытяжной канальной вентиляции

Газ в квартиру поступает через стояк 5 к газовым приборам 1. Стояки прокладывают в кухнях, на лестничных клетках или в коридорах. В жилых помещениях, ванных комнатах и санитарных узлах их не прокладывают. Для устройства внутреннего газопровода применяют стальные трубы, соединенные на сварке. Устройство резьбовых соединений допускается только в местах подключения приборов, возле которых устанавливается пробочный кран. Если газопровод проходит через стену, его заключают в металлический футляр (стальную трубу), а пространство заполняют цементным раствором. Газопроводы в местах прохода людей прокладывают на высоте не менее 2,2 м. Газовые плиты в жилых зданиях устанавливают в кухнях высотой не менее 2,2 м, имеющих окно с форточкой и вентиляционный канал. Газовые водонагреватели с отводом продуктов сгорания в дымоходы устанавливают в санузлах, ваннах или кухнях, имеющих объём не менее $7,5 \text{ м}^3$ и вентиляционный канал. Дверь должна открываться наружу, внизу её должна быть решетка площадью не менее $0,02 \text{ м}^2$ или зазор между дверью и полом той же площади.

3. Система теплоснабжения – это комплекс инженерных устройств, предназначенных для обеспечения потребителей необходимым количеством тепловой энергии требуемых параметров. Системы теплоснабжения подразделяются на централизованные, в которых один источник теплоты обслуживает теплоиспользующие устройства ряда потребителей, расположенных отдельно и децентрализованные, в которых каждый потребитель имеет свой собственный источник.

Централизованное теплоснабжение жилых, общественных и промышленных зданий от котельных большой мощности является одним из основных направлений теплоснабжения. Это объясняется рядом преимуществ крупных систем централизованного теплоснабжения перед теплоснабжением от котельных малой и средней мощности: возможностью сжигания низкосортного топлива в котлах большой мощности; большими возможностями механизации и автоматизации технологических процессов; значительным сокращением строительных объемов производственных зданий, площади застройки, расхода стройматериалов на единицу установленной мощности; большей возможностью применения индустриальных методов строительства; возможностью организации эффективной очистки продуктов сгорания топлива от вредных веществ и др.

Рассмотрим принципиальную схему теплоснабжения от районной водогрейной котельной (рис. 35). Котельной установкой называется комплекс устройств, предназначенных для выработки тепловой энергии в виде горячей воды или пара. Главной частью этого комплекса является котел. В зависимости от того, для какой цели используется тепловая энергия, котельные подразделяются на энергетические, отопительно-производственные и отопительные.

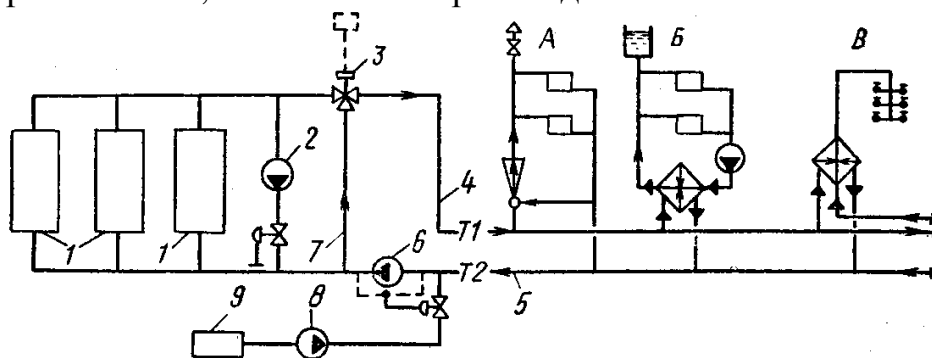


Рис. 39 - Принципиальная схема теплоснабжения от районной котельной с водогрейными котлами:

1-водогрейные котлы; 2-рециркуляционный насос; 3-регулирующий клапан; 4,5-соответственно подающий и обратный теплопроводы; 6-сетевые насосы; 7-перемычка из обратной линии в подающую; 8-подпиточный насос; 9-химоводоочистка(ХВО); А и Б- система отопления с зависимым и независимым присоединением соответственно; В-система горячего водоснабжения

Вода до требуемой для теплоносителя температуры ($t^{\circ}=150^{\circ}\text{C}$) нагревается в водогрейных котлах 1 за счет сжигания топлива. Основная масса воды циркулирует за счет сетевых насосов 6 по подающему трубопроводу к потребителям теплоты А, Б, В, а по обратному трубопроводу - от потребителей теплоты к насосам и снова в котлоагрегаты. Часть нагретой в котлах воды подаётся ре-

циркуляционными насосами 2 в обратную линию перед котлами для предотвращения низкотемпературной коррозии трубчатой нагревательной поверхности котлов.

Для регулирования температуры воды в подающем теплопроводе по перемычке 7 из обратного теплопровода подмешивается холодная вода, количество которой регулируется клапаном 3 по температуре нагретого воздуха. Восполнение потерь сетевой воды осуществляется подпиточным насосом 8 из ХВО 9.

Наиболее совершенным методом централизованного теплоснабжения является теплофикация, т.е. централизованное теплоснабжение на базе комбинированной выработки теплоты и электроэнергии, осуществляемой на теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).

Рассмотрим схему теплоснабжения от ТЭЦ (рис. 40). Из парового котла 1 перегретый пар с давлением 13 МПа и $t=565^{\circ}\text{C}$ поступает в турбину 2, где происходит расширение пара и преобразование его энергии в кинетическую на лопатках турбины, затем в механическую на её валу. Вал турбины и ротора электрогенератора 3 соединены соосно и вращаются синхронно (с одинаковой скоростью). При вращении ротора - электромагнита образуется электромагнитное поле, а в обмотках статора, пересекаемого этим магнитным полем, согласно закону электромагнитной индукции Фарадея, наводится переменная ЭДС и вырабатывается электроэнергия. После турбины, где пар расширяется при совершении работы, а его давление уменьшается до 0,003-0,004 МПа, пар поступает в конденсатор 6, где конденсируется, отдавая охлаждающей воде скрытую теплоту фазового превращения. Конденсатным насосом 17 конденсат подаётся через подогреватель низкого давления (ПНД) 18 в деаэратор 19, где удаляются газы (O_2 и CO_2), вызывающие коррозию. Сюда же поступает подпиточная вода через подпиточный насос 26 после ХВО 24 для восполнения утечек пара и конденсата. Для повышения КПД ТЭЦ питательная вода, кроме ПНД подогревается в подогревателях высокого давления (ПВД) 21 и перекачивается питательными насосами 22 в паровой котёл и цикл повторяется. В конденсатор поступает из турбины не весь пар, часть его с $P=0,06-0,25$ МПа отбирается с промежуточных ступеней турбины и используется для централизованного теплоснабжения.

В приведенной схеме осуществляется четырёхступенчатый подогрев воды, поступающей на нужды теплоснабжения. Сначала вода подаётся бустерными насосами 9 в первую ступень - встроенный в конденсатор теплофикационный пучок 5, затем, пройдя грязевик 14, во вторую ступень - подогрев сетевой воды нижней ступени 7а и в третью ступень - подогреватель сетевой воды верхней ступени 7б. Таким образом можно нагревать воду до $t=110^{\circ}\text{C}-120^{\circ}\text{C}$. В подогревателях 7а и 7б сетевая вода нагревается паром из теплофикационных отборов турбины. В холодные дни года, когда требуется больше теплоты, чем могут дать турбины, сетевая вода догревается до 150°C в четвёртой ступени - пиковом водогрейном котле 8. В теплосеть вода подаётся сетевыми насосами 10. Подпитка воды в теплосеть производится деаэрированной водой из деаэратора 11 подпиточными насосами 12 через регулятор подпитки 13 на всасывание бустерных насосов 9.

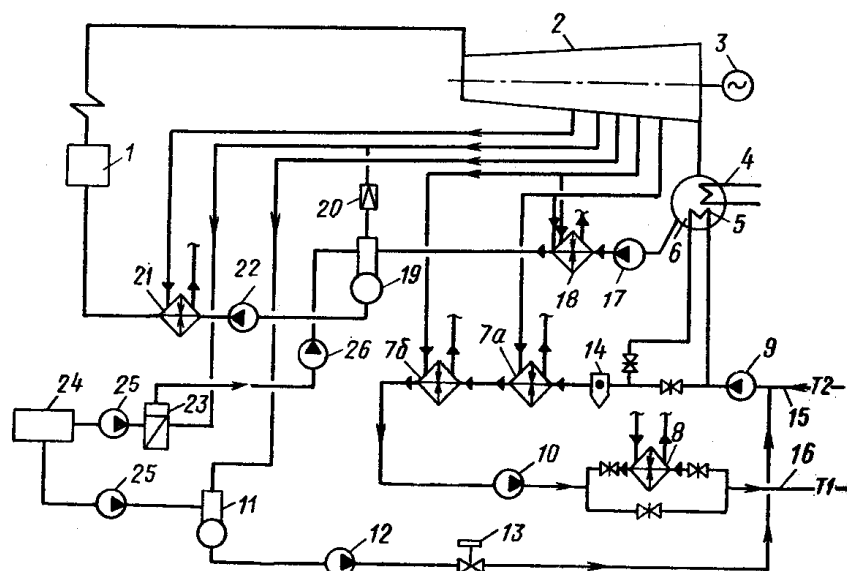


Рис. 40 - Схема теплоснабжения от ТЭЦ:

1-паровой котел; 2-турбина; 3-электрогенератор; 4-основной трубный пучок конденсатора; 5-встроенный теплофикационный пучок конденсатора; 6-конденсатор; 7а и 7б-подогреватели сетевой воды нижней и верхней ступеней; 8-пиковый котел; 9-бустерный насос; 10-сетевой насос; 11-деаэратор подпиточной воды; 12-подпиточные насосы; 13-регулятор давления; 14-грязевик; 15-обратный трубопровод; 16-подающий трубопровод; 17-конденсатный насос; 18-водонагреватель конденсата низкого давления; 19-деаэратор питательной воды; 20-редукционно-охлаждающая установка; 21-водонагреватель питательной воды высокого давления; 22-питательный насос; 23-испаритель воды; 24-ХВО; 25-насос ХВО; 26-подпиточный насос станции.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение системы газоснабжения города.
2. Как прокладываются магистральные газопроводы, через какие сооружения поступает газ в город?
3. Опишите схему газоснабжения города.
4. Что называется системой теплоснабжения? В чем преимущества централизованного теплоснабжения?
5. Опишите схему теплоснабжения от районной котельной.
6. Опишите схему теплоснабжения от ТЭЦ.

Лекция 16

Тепловые сети. Присоединение теплопотребляющих систем к тепловым сетям

1. Классификация водяных тепловых сетей.
2. Присоединение теплопотребляющих систем к тепловым сетям.

1. Тепловая энергия в виде горячей воды или пара транспортируется от источника теплоты (ТЭЦ или котельной) к тепловым потребителям по специальным теплопроводам, называемым тепловыми сетями.

Тепловая сеть представляет собой теплопроводы – сложные сооружения, состоящие из соединенных между собой сваркой стальных труб, тепловой изоляции, компенсаторов тепловых удлинений, запорной и регулирующей арматуры, строительных конструкций, подвижных и неподвижных опор, камер, дренажных и воздухопускных устройств.

Водяные тепловые сети классифицируют по следующим признакам:

1. По количеству параллельно проложенных теплопроводов тепловые сети могут быть одно-, двух- и многотрубными. Однотрубные сети наиболее экономичные и простые. В них сетевая вода после систем отопления и вентиляции должна полностью использоваться для горячего водоснабжения. **Двухтрубные тепловые сети** состоят из подающего и обратного теплопроводов. В **трехтрубных сетях** две трубы используют в качестве подающих для подачи теплоносителя с разными тепловыми потенциалами, а третью трубу – в качестве общей обратной. В **четырёхтрубных сетях** одна пара теплопроводов обслуживает системы отопления и вентиляции, а другая – систему горячего водоснабжения и технологические нужды. В настоящее время наибольшее распространение получили двухтрубные тепловые сети.

2. По способу приготовления воды для горячего водоснабжения тепловые сети разделяются на **закрытые и открытые**. В **закрытых сетях** для горячего водоснабжения используется водопроводная вода, нагреваемая сетевой водой в водоподогревателях. При этом сетевая вода возвращается на ТЭЦ или в котельную. В **открытых сетях** вода для горячего водоснабжения разбирается потребителями непосредственно из тепловой сети и после ее использования в сеть уже не возвращается.

3. По направлению прокладывания тепловые сети подразделяют на **магистральные**, прокладываемые на главных направлениях населенных пунктов, **распределительные** - внутри квартала, микрорайона и **ответвления** к отдельным зданиям. Магистральные сети разделяют на радиальные и кольцевые. **Радиальные** (тупиковые) **сети** сооружают (рис.41,а) с постепенным уменьшением диаметров теплопроводов в направлении от источника теплоты. Такие сети наиболее простые и экономичные по начальным затратам. Их основной недостаток – отсутствие резервирования. Во избежание перерывов в теплоснабжении в случае аварии должно предусматриваться резервирование подачи теплоты за счет устройства перемычек между тепловыми сетями смежных районов. Для предприятий, в которых не допускается перерыв в теплоснабжении, применяют кольцевые (с двухсторонней подачей) схемы тепловых сетей (рис.41,б).

4. По способу прокладки тепловые сети делятся на **подземные и наземные (воздушные)**. **Надземная прокладка** труб (на отдельно стоящих мачтах или эстакадах, на кронштейнах, заделываемых в стены здания) применяется на территориях промышленных предприятий, при сооружении тепловых сетей вне черты города, при пересечении оврагов и т.д. (рис.42). Надземная прокладка рекомендуется при высоком стоянии грунтовых вод.

Преобладающим способом прокладки трубопроводов тепловых сетей является **подземная прокладка**: в проходных каналах и коллекторах совместно с дру-

гими коммуникациями; в полупроходных и непроходных каналах; бесканальная (в защитных оболочках различной формы и с засыпной теплоизоляцией).

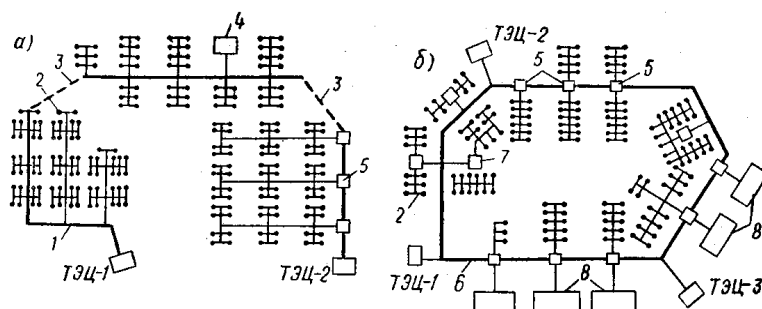


Рис. 41 - Схемы тепловых сетей: тупиковая (а) и кольцевая (б):

1—лучевой магистральный теплопровод; 2—тепловые потребители; 3—перемычки; 4—районные (квартальные) котельные; 5—секционирующие камеры; 6—кольцевая магистраль; 7—центральные тепловые пункты; 8—промышленные предприятия

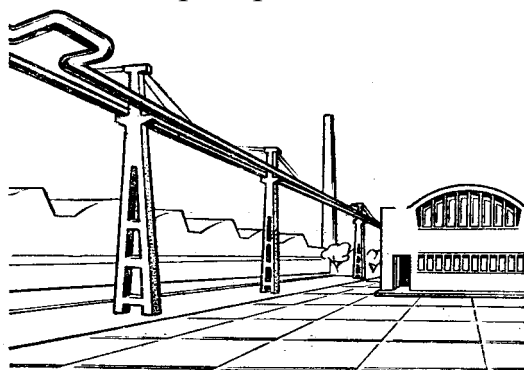


Рис. 42 - Прокладка трубопровода на мачтах

Наиболее совершенный, но и дорогой способ представляет собой прокладка в проходных каналах (рис. 43), которые применяют при наличии нескольких теплопроводов больших диаметров. Полупроходные каналы состоят из стеновых блоков Г-образной формы, железобетонных днищ и перекрытий. Строят их под проездами с интенсивным уличным движением, под железнодорожными путями и т.д. Высота их обычно не превышает 1600 мм, ширина прохода между трубами - 400-500 мм. В практике централизованного теплоснабжения наиболее широко применяются непроходные каналы (рис. 43,а), состоящие из лотков и железобетонных плит перекрытия.

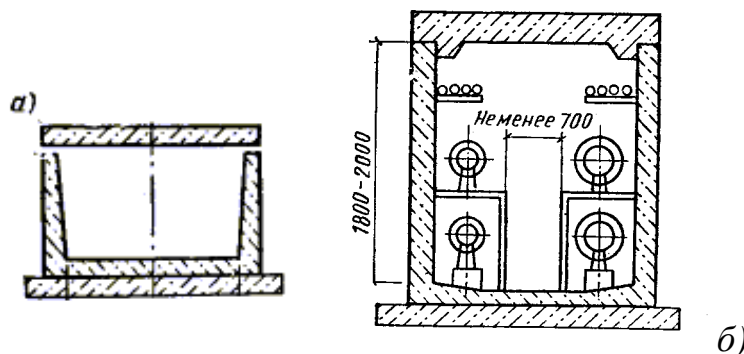


Рис. 43 - Подземная прокладка теплопроводов: а—непроходной канал; б—проходной канал

По трассе подземного теплопровода устраивают специальные камеры и колодцы для установки арматуры, измерительных приборов, сальниковых компенсаторов, а также ниши для П-образных компенсаторов. Подземный трубопровод прокладывают на скользящих опорах.

Бесканальный способ прокладки теплопровода (рис. 44) – самый дешевый, позволяющий уменьшить на 30-40% стоимость тепловых сетей и расход строительных материалов. Блоки теплопроводов изготавливают на заводе, их монтаж на трассе сводится к укладке автокраном блоков в траншею и сварке стыков.

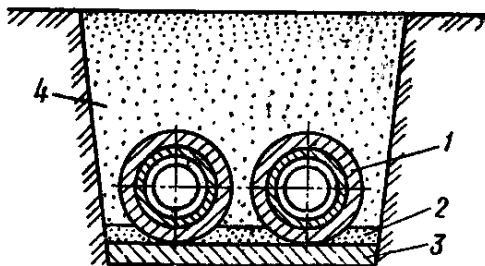


Рис. 44 - Бесканальная прокладка теплопроводов в монолитных оболочках из армированного пенобетона:

1 – армопенобетонная оболочка; 2 – песчаная подсыпка; 3 – бетонная подсыпка; 4 – грунт

Заглубление тепловых сетей от поверхности земли или дорожного покрытия до верха перекрытия канала или коллектора принимается, м: при наличии дорожного покрытия – 0,5; без дорожного покрытия – 0,7; до верха оболочки бесканальной прокладки – 0,7; до верха перекрытия камер – 0,3.

В настоящее время более 80% тепловых сетей проложены в непроходных каналах, около 10% – надземные, 4% – в проходных каналах и тоннелях и около 6% – бесканальные.

2. Теплопотребляющие системы присоединяют к тепловым сетям в тепловых пунктах, основное назначение которых заключается в подготовке теплоносителя определенной температуры и давления, их регулировании, поддержании постоянного расхода, учете потребления теплоты.

Теплопункты подразделяются на: индивидуальные (ИТП) и центральные (ЦТП). ИТП служит для присоединения систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологических теплоиспользующих устройств одного здания или его части. ЦТП – то же для двух и более зданий.

Основное оборудование теплопунктов состоит из элеваторов, центробежных насосов, теплообменников, смесителей, аккумуляторов горячей воды, приборов контроля и учета теплоты, устройств защиты от коррозии и образования накипи.

Главным элементом теплопунктов является элеватор, основными частями которого являются (рис. 45): сопло 1, камера всасывания 2, камера смешения 3 и диффузор 4.

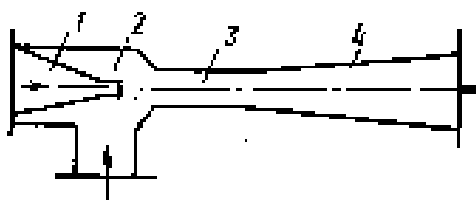


Рис. 45 - Схема элеватора: 1–сопло; 2–камера всасывания; 3–камера смешения; 4–диффузор

Работа элеватора основана на использовании энергии воды, выходящей из сопла со значительной скоростью. При этом её статическое давление становится меньше, чем давление в обратной магистрали, вследствие чего охлажденная вода из обратной магистрали подсасывается в камеру всасывания, образовавшийся поток воды поступает в камеру смешивания, где выравнивается температура, а давление постоянно. В диффузоре скорость потока уменьшается по мере увеличения его сечения, а статическое давление увеличивается. За счет разности гидростатического давления в конце диффузора 4 и в камере всасывания 2 создается циркуляционное давление, необходимое для действия системы отопления.

Присоединение теплопотребляющих систем к теплоносителям осуществляется по двум принципиально отличным схемам – **зависимой** и **независимой**. При **зависимой схеме** (рис. 46) вода из теплосети поступает непосредственно в системы абонентов. При **независимой схеме** (рис. 47) вода из сети поступает в теплообменный аппарат, где нагревает вторичный теплоноситель, используемый в системах.

Рассмотрим схему ИТП (рис. 46) для системы отопления.

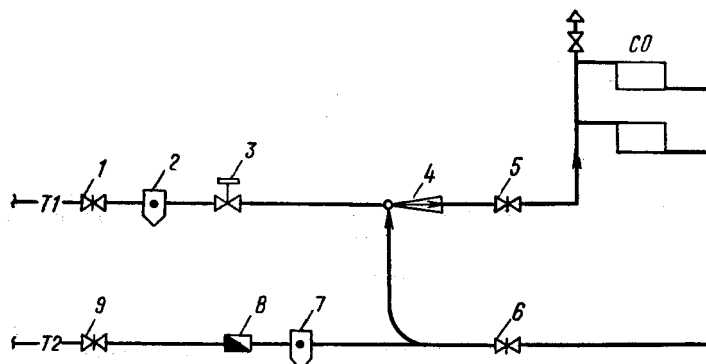


Рис. 46 - Схема индивидуального теплового пункта (ИТП) с зависимым присоединением системы отопления:

1,5,6,9 - задвижки; 2,7 - грязевики; 3 - регулятор расхода; 4 - водоструйный элеватор; 8 - водомер; СО – система отопления

Эта схема применяется как при открытых системах теплоснабжения, так и при закрытых и является самой распространенной схемой присоединения систем отопления. Главный элемент ИТП – водоструйный элеватор, который осуществляет снижение температуры сетевой воды перед системой отопления с 130 - 150°C до 95°C путем подмешивания охлажденной обратной воды после системы отопления. Схема ИТП зависимая, так как есть гидравлическая связь

системы отопления с теплосетью через элеватор. Задвижки 5 и 6 служат для отключения системы отопления от теплосети, а задвижки 1 и 9 - для отключения ИТП от теплосети. Грязевик 2 защищает систему отопления от попадания загрязнений из теплосети, а грязевик 7 - для защиты водомера 8. Регулятор расхода 3 обеспечивает постоянный расход сетевой воды.

Рассмотрим схему центрального теплового пункта (ЦТП) с независимым присоединением системы отопления (рис. 47).

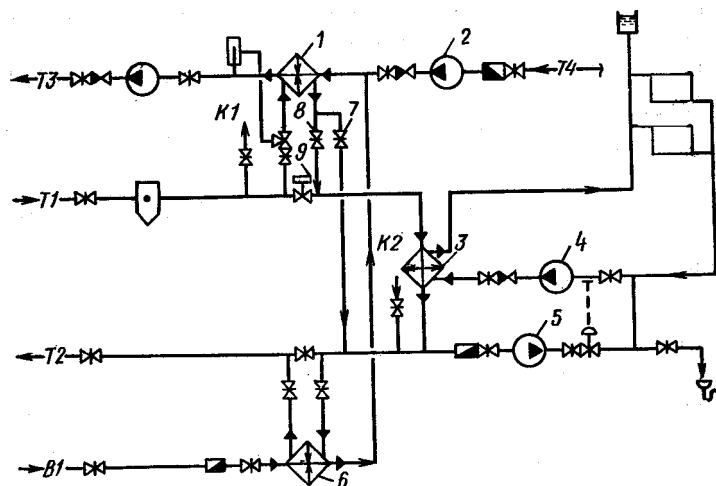


Рис. 47 - Схема ЦТП с независимым присоединением системы отопления и двухступенчатым присоединением водоподогревателей горячего водоснабжения: 1—водоподогреватель II ступени системы горячего водоснабжения (ГВ); 2—циркуляционный насос системы ГВ; 3—водоподогреватель системы отопления (СО); 4,5—соответственно циркуляционный и подпиточный насосы СО; 6—водоподогреватель I ступени системы ГВ; 7,8—задвижки; 9—регулятор расхода воды; Т₁ и Т₂—подающая и обратная линии тепловой сети; Т₃ и Т₄—подающий и циркуляционный трубопроводы системы ГВ; В₁—трубопровод холодной водопроводной воды; К₁ и К₂—сетевая вода к калориферам системы вентиляции и после них

В схеме ЦТП (рис. 47) показано двухступенчатое присоединение к магистралям тепловой сети подогревателей горячего водоснабжения первой ступени 6 и второй ступени 1 и независимое присоединение системы отопления к тепловой сети, т.е. через водоподогреватель 3. Кроме того, в этой схеме предусмотрены циркуляционный насос 4 для системы отопления, подпиточный насос 5, регулятор расхода воды 9, действующий в зависимости от температуры наружного воздуха, и циркуляционный насос системы горячего водоснабжения. Перемычка с задвижкой 7 используется для работы подогревателя в летний период. На схеме указано место подключения к тепловой сети калориферов системы вентиляции. Независимая схема присоединения системы отопления используется в зданиях высотой 12 этажей и более.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируют тепловые сети по количеству параллельно проложенных теплопроводов?

2. Как классифицируют тепловые сети по способу приготовления воды для горячего водоснабжения?
3. Как классифицируют тепловые сети по направлению прокладывания?
4. Как классифицируют тепловые сети по способу прокладки? В каком случае применяется наземная прокладка?
5. Какие существуют способы подземной прокладки теплопроводов?
6. Как осуществляется присоединение теплопотребляющих систем к тепловым сетям? Как подразделяются тепlopункты?
7. Принцип работы элеватора.
8. Опишите схему индивидуального теплового пункта (ИТП) с зависимым присоединением системы отопления.
9. Опишите схему ЦТП с независимым присоединением системы отопления и двухступенчатым присоединением водоподогревателей горячего водоснабжения.

Лекция 17

Горячее водоснабжение

1. Классификация систем горячего водоснабжения.
2. Децентрализованные системы горячего водоснабжения.
3. Централизованные системы горячего водоснабжения.

1. Классификация систем горячего водоснабжения (ГВ):

1) **по месту расположения источника** их подразделяют на децентрализованные и централизованные. **Децентрализованные системы** обеспечивают горячей водой от источников, размещенных в непосредственной близости от водоразборных приборов. В централизованных системах горячая вода подается большой группе потребителей из тепловых сетей от ТЭЦ, районных или квартальных котельных;

2) **по прокладке трубопроводов** от ИТП до водоразборных приборов различают системы с верхней и нижней прокладкой подающей магистрали; тупиковые (бесциркуляционные) и с циркуляцией;

3) **по способу циркуляции горячей воды** системы могут быть с **естественной и принудительной циркуляцией**;

4) **по наличию или отсутствию аккумуляторов горячей воды** системы горячего водоснабжения бывают с **аккумуляторами горячей воды и без них**;

5) **по месту аккумуляирования горячей воды** различают системы с **индивидуальным аккумуляированием в ИТП и центральным аккумуляированием в ЦТП**, водонагревательных котлах котельных.

2. При отсутствии централизованного теплоснабжения применяется децентрализованное горячее водоснабжение. Приготовление горячей воды в этом случае осуществляется мелкими генераторами теплоты: водогрейными колонками, газовыми и электрическими водонагревателями.

Водогрейные колонки работают на твердом топливе (дровах, угле, торфе). Они состоят из водяного резервуара, топки и дымогарной трубы, проходя-

щей через резервуар. Образующиеся при сжигании топлива дымовые газы (горячие продукты сгорания) проходят через дымогарную трубу и нагревают воду в резервуаре. Водогрейные колонки устанавливают в ваннах и кухнях.

Газовые водонагреватели состоят из газовых горелок, дымогарной трубы и опоясывающего её змеевика. При горении газа образующиеся горячие продукты сгорания поступают в дымогарную трубу, которую опоясывает змеевик с проходящей через него нагреваемой водой из холодного водопровода и нагревают её. К верху змеевика присоединяют трубопровод для подачи горячей воды к водоразборным устройствам. Газовые водонагреватели применяют в жилых зданиях высотой до пяти этажей. Их не разрешается использовать в ванных комнатах гостиниц, санаториев, домов отдыха, в зданиях школ, в душевых спортзалов и котельных.

Электрические водонагреватели представляют собой закрытый водяной резервуар емкостью 30 - 1000 л, внутри которого размещены трубчатые электронагреватели, электрически изолированные от воды. Водонагреватель оснащен автоматическим регулятором подогрева воды, отключающим электроэнергию при достижении заданной температуры воды и включающим её при снижении температуры ниже заданного предела.

3. Централизованные системы горячего водоснабжения (ГВ). Централизованные системы ГВ служат для приготовления и подачи горячей воды к санитарно-техническим приборам группы жилых и общественных зданий и технологическим установкам коммунальных и производственных предприятий.

Температура горячей воды должна быть в местах водоразбора не ниже 60°C в системах централизованного ГВ (СЦГВ), присоединенных к открытым системам теплоснабжения, не ниже 50°C для закрытых систем, но во всех случаях не выше 75°C. Поддержание у водоразборных кранов требуемой температуры горячей воды достигается за счет постоянной циркуляции её в системе. Наличие циркуляции позволяет использовать систему ГВ для отопления ванных, где температура воздуха должна быть больше, чем в других комнатах квартиры. Для этого в контур системы ГВ включают полотенцесушители, которые представляют собой проточный змеевик из трубы диаметром 32 мм.

Каждая система ГВ включает следующие основные элементы (рис. 48): источник теплоты 1 (котел или водонагреватель в системах, подключенных к ЦТП); подающий трубопровод 2 и водоразборный стояк 3; циркуляционные стояки и циркуляционные магистрали 8; водоразборную 4 и запорную арматуру 7; циркуляционный насос 9.

Системы ГВ бывают тупиковые (на схеме рис. 39) и циркуляционные (рис. 48). В тупиковых системах возникают бесполезные потери воды и теплоты при сливе воды в канализацию до появления воды нужной температуры, поэтому их устраивают в зданиях с непрерывным потреблением воды (душевые, бани, столовые, технологические установки).

В настоящее время в жилых и общественных зданиях системы ГВ выполняют циркуляционными. Циркуляционные стояки и магистрали служат для транспортирования охлажденной воды обратно к водонагревателю или котлу

для догрева до нужной температуры. Остывание воды в трубопроводах происходит при отсутствии водоразбора или его малой величине в тупиковых системах. Циркуляция осуществляется с помощью циркуляционного насоса 9 или за счет гравитационного напора в результате возникновения разности в плотности охлажденной и нагретой воды.

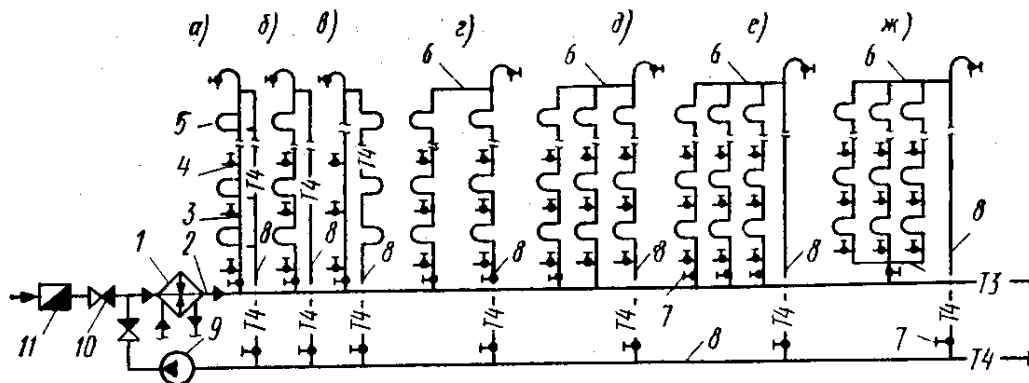


Рис. 48 - Основные элементы системы горячего водоснабжения и схемы присоединения водоразборных и циркуляционных стояков:

а-водоразборный узел с параллельным присоединением полотенцесушителей к стоякам; б-то же, с последовательным подсоединением полотенцесушителей к подающему стояку; в-то же, с последовательной установкой полотенцесушителя на циркуляционном стояке; г-водоразборный узел с попарно закольцованными стояками; д-секционный узел с водоразборно-циркуляционными стояками; е,ж-секционный узел с циркуляционным стояком: 1-источник теплоты (водонагреватель); 2-подающий трубопровод; 3-водоразборный (подающий) стояк; 4-водоразборная арматура; 5-полотенцесушитель; 6-кольцевая перемычка; 7-запорная арматура; 8-циркуляционные стояки и магистрали; 9-циркуляционный насос; 10-обратный клапан; 11-водомер.

На рис. 48 показано несколько типов водоразборных узлов. В тупиковых системах (см. рис. 39) водоразборный узел включает в себя подающий стояк с ответвлениями к водоразборным приборам каждой квартиры. В циркуляционных системах водоразборный узел – это сочетание подающего 3 и циркуляционного 8 стояков, включая полотенцесушители и подводы в квартиры. Схема, показанная на рис. 48,а, сложная в монтаже, имеет множество циркуляционных колец, что затрудняет регулирование расхода воды по отдельным приборам. Схема, приведенная на рис. 48,б, проще в монтаже и первоначальной регулировке расхода циркуляционной воды по отдельным узлам, чем схема на рис.48,а. Схема, изображенная на рис. 48,в экономичнее схемы на рис. 48,б. Схемы на рис. 44,г,д,е и ж имеют кольцевую перемычку, что дает возможность объединять стояки в секционные узлы и осуществлять циркуляцию через циркуляционно-водоразборный или один циркуляционный стояк.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируют системы горячего водоснабжения по месту расположения источника?

2. Как классифицируют системы горячего водоснабжения по прокладке трубопроводов?
3. Как классифицируют системы горячего водоснабжения по способу циркуляции горячей воды?
4. Как классифицируют системы горячего водоснабжения по наличию или отсутствию аккумуляторов горячей воды?
5. Как классифицируют системы горячего водоснабжения по месту аккумуляирования горячей воды?
6. Как работает водогрейная колонка?
7. Как работает газовый водонагреватель?
8. Как работает электрический водонагреватель?
9. Какая должна быть температура горячей воды в местах водоразбора в системах централизованного ГВ?
10. Назовите основные элементы системы централизованного ГВ.
11. В каких случаях применяют тупиковые системы централизованного ГВ, в чем их недостатки?
12. Назовите преимущества и недостатки различных типов водоразборных узлов циркуляционных систем централизованного ГВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богословский В.Н., Щеглов В.П., Разумов Н.Н. Отопление и вентиляция: Учебник для вузов. 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1980. – 295 с.
2. Внутренние санитарно - технические устройства: В 2ч. Ч.1: Отопление, водопровод, канализация: Справочник проектировщика. Под ред. И.Г. Старовойта. 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1990- 430с.
3. Внутренние санитарно - технические устройства: В 2ч. Ч.2: Отопление, водопровод, канализация: Справочник проектировщика. Под ред. И.Г. Старовойта. 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1990- 509с.
4. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
5. Гусев В.М. и др. Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Учебник для вузов. – М-Л: Стройиздат, 1981. – 343 с.
6. Досужий В.В., Степанов Н.В., Могилевский В.В. Заготовительные работы и монтаж систем теплогазоснабжения и вентиляции: В 2ч. Ч.2.: Монтаж внутренних сантехсистем: Уч. пос. – К.: ИСДО, 1993. – 296 с.
7. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. 5-е изд. – М. : Энергоиздат, 1982. – 360с.
8. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха/Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 64с.
9. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. В 2ч. Ч.1. : Отопление и теплоснабжение/ Под ред. Щекина Р.В. 4-е изд. –К.:Будівельник, 1976. – 416с.
10. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. В 2ч. Ч.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха/ - Под ред. Щекина Р.В. 4-е изд. – К.: Будівельник, 1976. – 386с.
11. Тихомиров К.В., Сергиенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учебник для вузов. 4-е изд. – М. : Стройиздат, 1991. – 480с.
12. Чистяков Н.Н. и др. Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжения. 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1988. – 314с.
13. RADIK®. Отопительные панельные радиаторы. Рекламный проспект №1/99. – PAF agency s.r.o. Česka Třebova Ev.c. 10/98.240.2RJ
14. TERMAL®. Радіатори. Бойлери. Електронагрівачі. - www.termal.ua
15. **Calidor** – лучшее от *fondital*(Италия). Рекламный проспект. – К. : РПА "Кипарис плюс", 2000.
16. REGULUS – system® (Польша). Рекламный проспект. – К. : РПА "Кипарис плюс", 2001.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
<i>Лекция 1. Микроклимат в помещениях и инженерные системы, обеспечивающие микроклимат в помещениях</i>	3
1. Определение микроклимата. Его параметры. Условия комфортности	3
2. Системы инженерного оборудования зданий для создания и обеспечения заданного микроклимата помещений	4
<i>Лекция 2. Общие сведения о системах отопления. Техно-экономическое сравнение основных систем отопления. Область применения</i>	5
1. Требования, предъявляемые к системам отопления	5
2. Классификация систем отопления	6
3. Теплоносители, применяемые в системах отопления	6
<i>Лекция 3. Техно-экономическое сравнение основных систем отопления. Основные элементы и принцип работы водяной системы отопления</i>	7
1. Техно-экономическое сравнение основных систем отопления	7
2. Основные элементы и принцип работы водяной системы отопления	9
<i>Лекция 4. Классификация систем водяного отопления</i>	11
<i>Лекция 5. Область применения и технико-экономические показатели различных систем водяного отопления</i>	15
<i>Лекция 6. Размещение и монтаж основных элементов систем водяного отопления</i>	19
1. Размещение и монтаж магистралей, стояков и подводок	19
2. Изоляция теплопроводов, компенсация удлинения теплопроводов	20
3. Удаление воздуха из системы	21
4. Установка запорно-регулирующей арматуры	21
<i>Лекция 7. Отопительные приборы водяной системы</i>	22
1. Требования, предъявляемые к отопительным приборам	22
2. Классификация отопительных приборов	22
3. Конвективно-радиационные приборы - радиаторы	22
<i>Лекция 8. Современные радиаторы зарубежных фирм</i>	26
1. Радиаторы стальные панельные TERMAL (Турция)	26
2. Радиаторы «REGULUS-system» (Польша)	28
3. Радиаторы «Калидор» фирмы Фондитал (Италия)	29
4. Радиатор KORADO (Чехия)	30
<i>Лекция 9. Конвективные отопительные приборы. Нетрадиционные отопительные приборы</i>	32
1. Конвекторы “Аккорд” и “Комфорт”	32
2. Нетрадиционные отопительные приборы	34
<i>Лекция 10. Выбор, размещение и установка отопительных приборов</i>	36
1. Выбор типа отопительных приборов	36

2. Размещение отопительных приборов.....	37
3. Присоединение отопительных приборов к теплопроводам.....	37
4. Монтаж отопительных приборов.....	39
Лекция 11. Общая технология монтажа центрального отопления.	
Система воздушного отопления.....	40
1. Монтаж систем центрального отопления.....	41
2. Требования к качеству монтажа системы отопления.....	42
3. Система воздушного отопления.....	42
Лекция 12. Общие сведения о вентиляции.....	44
1. Гигиенические основы вентиляции.....	44
2. Воздухообмен в помещении. Определение расхода воздуха по кратности и вредности.....	46
Лекция 13 Классификация систем вентиляции. Естественная вентиляция.....	47
1. Классификация систем вентиляции.....	47
2. Принципиальная схема канальной системы естественной вентиляции.....	49
3. Конструктивные элементы естественной канальной вентиляции.....	50
Лекция 14. Механическая вентиляция. Монтаж системы вентиляции.....	51
1. Основные элементы и принцип действия общеобменной системы вентиляции.....	52
2. Конструктивные элементы механической системы вентиляции.....	53
3. Монтаж системы вентиляции.....	57
Лекция 15. Газоснабжение. Теплопоснабжение.....	58
1. Схема и принцип действия системы газоснабжения города.....	58
2. Устройство внутренней системы газоснабжения.....	60
3. Система теплоснабжения от районной котельной и ТЭЦ.....	61
Лекция 16. Тепловые сети. Присоединение теплопотребляющих систем к тепловым сетям.....	63
1. Классификация водяных тепловых сетей.....	63
2. Присоединение теплопотребляющих систем к тепловым сетям.....	66
Лекция 17. Горячее водоснабжение.....	69
1. Классификация систем горячего водоснабжения.....	69
2. Децентрализованные системы горячего водоснабжения.....	69
3. Централизованные системы горячего водоснабжения.....	70
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	73

Учебное издание

Конспект лекций "Теплогазоснабжение и вентиляция" для студентов дневной и заочной форм обучения и экстернов спец. 8.092601 "Водоснабжение, водоотведение и очистка вод".

Составитель: Наталья Юрьевна Колесник

Редактор: Н.З. Алябьев

Корректор: З.И. Зайцева

План 2004, поз. 365

Подп. к печати 5.07.04	Формат 60x84 1/16	Бумага офисная
Печать на ризографе	Условно.-печ.листов 1,5	
Заказ №	Тираж 100 экз	Цена договорная

ХНАГХ, 61002, Харьков, ул. Революции, 12

Сектор оперативной полиграфии при ИВЦ ХНАГХ
61002, Харьков, ул. Революции, 12.